

**PENGARUH WAKTU ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN
ELEKTRODA BESI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK
KANGKUNG (*Ipomoea reptans* poir)**

Skripsi

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi**

Oleh

**SHINTA DWI UTARI
NPM : 1411060189**

Jurusan : Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1440 H / 2018 M**

**PENGARUH WAKTU ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN
ELEKTRODA BESI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK
KANGKUNG (*Ipomoea reptans* poir)**

Skripsi

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi**

Oleh

SHINTA DWI UTARI

NPM : 1411060189

Jurusan : Pendidikan Biologi



Pembimbing I : Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
Pembimbing II : Iip Sugiharta M.Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1439 H / 2018 M**

ABSTRAK

PENGARUH WAKTU ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN ELEKTRODA BESI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG (*Ipomoea reptans poir*)

**Oleh :
Shinta Dwi Utari**

Hidroponik merupakan suatu aktifitas bercocok tanam yang dijalankan dengan menggunakan media air sebagai pengganti tanah, bercocok tanam menggunakan hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit seperti pekarangan rumah. Sayuran merupakan tanaman yang sering di terapkan dalam sistem hidroponik salah satunya yaitu kangkung (*Ipomoea reptans poir*), yang dapat ditingkatkan pertumbuhannya menggunakan elektrolisis.

Elektrolisis menggunakan anoda besi yang akan menghasilkan Fe^{2+} yang dapat langsung diserap oleh tumbuhan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan kangkung (*Ipomoea reptans poir*) pada sistem hidroponik NFT. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 unit percobaan (tanpa perlakuan, 40 menit, 80 menit, 120 menit) pada media tanam hidroponik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Analisis data menggunakan uji ANOVA satu jalur dan parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, lingkaran batang, berat kering tanaman dan kadar besi.

Hasil penelitian menunjukan bahwa penggunaan elektrolisis memiliki pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Elektrolisis dengan menggunakan pemberian waktu selama 120 menit memiliki tinggi (35,93 cm), jumlah daun (31,93), lingkaran batang (3,53 cm), berat kering tanaman (2,23 gr) dan kadar besi sebanyak (1,205 mg), semakin lama proses elektrolisis maka semakin banyak pula ion besi yang dihasilkan serta semakin banyak pula ion besi yang dapat diserap oleh tanaman.

Kata kunci: Hidroponik, Elektrolisis, Besi Kangkung



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat : Jl. Letkol. H. Endro Suratmin Sukarama Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul : PENGARUH WAKTU ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN
ELEKTRODA BESI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG (*Ipomoea
reptans Poir*)**

**Nama : Shinta Dwi Utari
NPM : 1411060189
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

**Untuk dimunaqasyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqasyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan
Lampung**

Pembimbing I

**Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.
NIP.19840228 2006 04 1 004**

Pembimbing II

**Iip Sugiharta M.si
NIP.19840228 2006 04 1 004**

**Menyetujui
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi,**

**Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.
NIP. 19840228 2006 04 1 004**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **Pengaruh Waktu Elektrolisis Air Menggunakan Elektroda Besi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Hidroponik Kangkung (*Ipomoea reptans Poir*)**, disusun oleh: **Shinta Dwi Utari, NPM. 1411060189**, Jurusan: **Pendidikan Biologi**, Telah diujikan dalam sidang Munasqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada Hari/Tanggal: **Selasa, 15 Januari 2019**.

TIM PENGUJI

Ketua : **Drs. Abdul Hamid, M.Ag.**

Sekretaris : **Marlina Kamelia, M.Sc**

Penguji Utama : **Dr. Rina Budi Satiyarti, M.Si**

Penguji Kedua : **Dr. Bambang Sri Anggoro, M. Pd**

Pembimbing : **Iip Sugiharta, M. Si**

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd

MOTTO

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? (Qs. Asy-syuara 26:7)



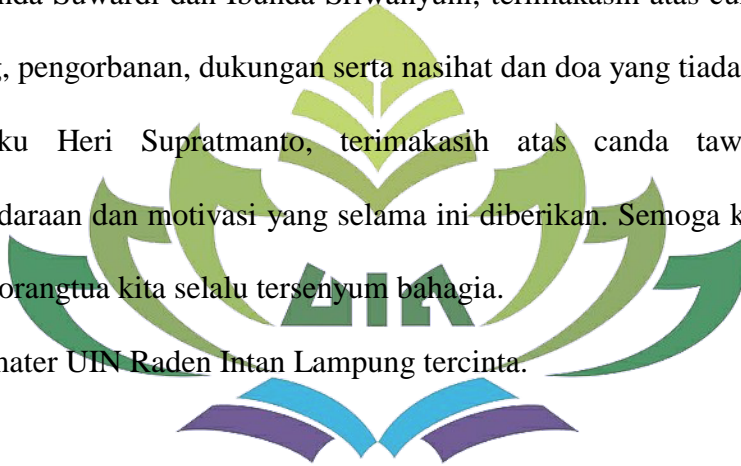
PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin.

Dengan segala kerendahan hati, serta rasa syukur kehadiran ALLAH SWT atau rahmat, nikma, hidayah serta inayah-nya, maka:

Dengan penuh syukur, kupersembahkan skripsi ini kepada :

1. Ayahanda Suwardi dan Ibunda Sriwahyuni, terimakasih atas curahan cinta, kasih sayang, pengorbanan, dukungan serta nasihat dan doa yang tiada henti.
2. Kakakku Heri Supratmanto, terimakasih atas canda tawa kasih sayang persaudaraan dan motivasi yang selama ini diberikan. Semoga kita bisa membuat kedua orangtua kita selalu tersenyum bahagia.
3. Almamater UIN Raden Intan Lampung tercinta.



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Shinta Dwi Utari lahir di Talang Jawa pada tanggal 13 januari 1996, putri kedua dari dua bersaudara pasangan bapak Suwardi dan ibu Sriwahyuni.

Penulis mengawali pendidikan di Sekolah Dasar Negeri di SD 1 Talang Jawa, Kecamatan Merbau Mataram, lulus pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 merbau Mataram, Kabupaten Lampung Selatan, lulus pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Merbau Mataram, Kabupaten Lampung Selatan, lulus pada tahun 2014.

Kemudian pada tahun 2014 penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa program studi pendidikan biologi fakultas tarbiyah dan keguruan UIN Raden Intan Lampung, pada tahun 2017 melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) didesa Budidaya, Kabupaten Lampung Selatan. Pada tahun 2018 penulis melakukan Praktek Pengalam Lapangan (PPL) di Sekolah Menengah Pertama Perintis 2 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah rabbil'alamiin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun berdasarkan penelitian penulis dalam rangka menyelesaikan studi dan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Penulis menyadari banyak pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr.H. Chairul Anwar, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Dr.Bambang Sri Anggoro, M.Pd., selaku ketua prodi pendidikan biologi dan segenap bapak ibu dosen pendidikan biologi yang telah memberi motivasi dan ilmu pengetahuan kepada penulis.
3. Dr.Bambang Sri Anggoro, M.Pd., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Iip Sugiharta, M.Si., selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan nasehat dalam membimbing penulis dengan sabar, arif dan bijaksana.

5. Bapak Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan penulis dengan berbagai macam disiplin ilmu pengetahuan.
6. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2014 khususnya kelas C dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan baik moral maupun material sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Semua pihak yang telah ikut berjasa dalam penyusunan skripsi ini yang belum sempat disebutkan satu-persatu.
8. Almamater UIN Raden Intan Lampung tercinta dan semua pihak yang ada didalamnya.

Akhirnya hanya kepada Allah SWT penulis berharap dan berdoa meminta ridho Nya semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pecinta ilmu pendidikan, serta dapat memberikan sumbangan bagi Khazanah Ilmu pengetahuan dan menjadi amal ibadah bagi penulis.

Aamiin Ya Allah..... Ya Rabbal'alamin

Bandar Lampung, September 2018
Penulis,

Shinta Dwi Utari
NPM.14110606189

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTO	v
PERSEMBAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah	8
C. Rumusan Masalah	8
D. Tujuan	8
E. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanaman Kangkung	10
B. Hidroponik	18
C. Besi(Fe)	28
D. Elektrolisis.....	29
E. Kerangka berfikir	32
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	34
B. Alat dan Bahan	34

C. Jenis Penelitian.....	34
D. Prosedur Penelitian.....	35
E. Teknik Pengumpulan Data.....	39
F. Analisis Data	42

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum	43
B. Tinggi Tanaman	44
C. Jumlah Daun.....	47
D. Lingkar Batang.....	50
E. Berat Kering Tanaman.....	53
F. Analisis Kadar Besi.....	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	60

DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

2.1 Kandungan gizi pada tanaman kangkung	15
2.2 peranan unsur hara esensial bagi tanaman	23
4.1 Rata-rata tinggi tanaman kangkung	45
4.2 Subset tinggi tanaman kangkung	46
4.3 Rata-rata jumlah daun	48
4.4 Subset jumlah daun tanaman kangkung.....	49
4.5 Rata-rata jumlah lingkaran batang.....	51
4.6 Subset lingkaran batang tanaman kangkung.....	52
4.7 Rata-rata berat kering tanaman	54
4.8 Subset berat kering tanaman kangkung.....	55
4.9 Hasil kadar besi	57

DAFTAR GAMBAR

2.1 Tanaman kangkung	11
2.2 Akar tanaman kangkung	12
2.3 Batang dan daun tanaman kangkung.....	12
2.4 Bunga tanaman kangkung	13
2.5 Sistem NFT (<i>Nutrient film technique</i>)	19
2.6 Sistem Aeroponik.....	19
2.7 Sistem pasang surut (EBB and Flow)	20
2.8 Sistem wick	21
2.9 Sistem rakit apung.....	22
3.1 Rangkaian elektrolisis	36
3.2 Diagram prosedur penelitian.....	38
3.3 Proses analisis kadar besi	41
4.1 Grafik tinggi tanaman kangkung.....	47
4.2 Grafik jumlah daun tanaman kangkung	49
4.3 Grafik lingkaran batang tanaman kangkung	53
4.4 Grafik berat kering tanaman kangkung.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabulasi Data
- Lampiran 2 Perhitungan Uji ANOVA
- Lampiran 3 Foto dokumentasi penelitian



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemukiman perkotaan sering kali identik dengan sangat sedikitnya lahan yang masih terbuka, karena beralihnya fungsi lahan yang telah diubah menjadi berbagai sektor perindustrian serta padatnya penduduk yang tinggal di daerah perkotaan mengakibatkan semakin menurunnya persentase lahan pertanian yang potensial untuk bercocok tanam. Bagi penduduk yang tinggal di pedesaan dan jauh dari pusat keramaian tentu masih banyak memiliki pekarangan yang cukup luas tetapi bagi yang tinggal di kota atau kawasan padat penduduk lahan kosong sangat sulit untuk ditemui, oleh karena itu sekarang ini sangat diperlukan adanya suatu sistem bercocok tanam yang dapat memanfaatkan lahan sempit namun tidak mengurangi hasil yang diperoleh dan dapat menghasilkan kualitas produksi yang lebih tinggi. Salah satu teknologi pertanian yang sudah tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia adalah teknologi budidaya tanaman secara hidroponik¹.

Hidroponik adalah suatu cara bercocok tanam yang digunakan oleh petani tanpa menggunakan media tanah, sehingga hidroponik merupakan suatu aktivitas bercocok tanam yang dijalankan dengan menggunakan media air sebagai pengganti tanah. Bercocok tanam menggunakan sistem hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang

¹Tim Redaksi Agro Media Pustaka, *Menanam Sayuran Di Pekarangan Rumah* (Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2004).h.2

sempit seperti di pekarangan rumah². Sistem hidroponik dapat menjadikan suatu lingkungan pertumbuhan yang lebih mudah untuk di amati. Sejalan dengan perkembangan zaman, kombinasi suatu sistem hidroponik mampu memanfaatkan pestisida, nutrisi dan air yang lebih mudah untuk diterapkan sebagai media tanam dibandingkan dengan menggunakan media tanam tanah yang harus menggunakan perawatan ekstra untuk mendapatkan hasil yang lebih maksial, terutama untuk petani yang menanam tanaman berumur pendek seperti sayuran³.

Bertanam sayuran dengan sistem hidroponik merupakan solusi pertanian yang sangat potensial untuk dikembangkan di wilayah perkotaan (urban farming). Urban farming bisa di terapkan dengan mudah di halaman rumah, taman dan atap rumah. Hidroponik merupakan jawaban atas permasalahan lahan, baik penyempitan lahan maupun permasalahan lahan marginal yang belum dikelola dengan baik. sayuran yang ditanam pun mempunyai nilai produktif untuk dikonsumsi.

Ada beberapa macam teknik hidroponik antara lain adalah teknik NFT (Nutrient Film Technique), teknik genangan atau rakit apung (floating hydroponic), aeroponik dan hidroponik tetes. Penulis menggunakan teknik NFT (Nutrient Film Technique) untuk mengurangi penggunaan lahan yang berlebihan dengan sistem sederhana sehingga bisa diaplikasikan oleh siapa saja. Dalam bercocok tanam secara hidroponik dengan menggunakan sistem NFT adalah mengalirkan unsur hara atau nutrisi yang

²Ida Syamsu Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo* 1, no. 2 (2014): 43–50

³Hidayati Mas'ud, "Sistem Hidroponik Dengan Nutrisi Dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada," *Media Litbang Sulteng* 2, no. 2 (2009): 131–36.

dibutuhkan oleh tanaman secara terus menerus melalui akar tanaman. Bercocok tanam menggunakan sistem NFT merupakan pola cocok tanam yang sangat mengandalkan air sebagai dasar pembangun tubuh pada tanaman dan berperan sangat penting dalam proses fisiologi tanaman⁴.

Air yang di gunakan dalam proses hidroponik bukan menggunakan air biasa tetapi air yang berisi zat-zat yang dibutuhkan tanaman dalam proses pertumbuhannya, dalam sistem hidroponik pemberian nutrisi sangat penting karena dalam medianya tidak terdapat unsur hara yang di butuhkan oleh tanaman oleh sebab itu pemberian unsur hara pada tanaman hidroponik sangat di perlukan guna memenuhi nutrisi untuk tumbuh kembang tanaman, pemberian unsur hara disini harus sesuai dengan kadar yang dibutuhkan oleh tanaman serta harus di berikan secara kontinu⁵.

Beberapa jenis tanaman yang ditanam dengan menggunakan sistem hidroponik harus di beri campuran makanan berupa garam-garam pupuk yang dilarutkan dan di berikan sesuai kebutuhan tanaman. Pada saat bercocok tanam menggunakan sistem hidroponik maka media tanam yang nantinya akan di gunakan tidak akan berfungsi sebagai tanah melainkan media tanam hanya berfungsi sebagai penopang tanaman dan meneruskan larutan atau air yang berlebihan atau yang tidak di perlukan tanaman lagi. Garam pupuk yang di berikan harus mengandung semua unsur yang di butuhkan

⁴Cynthia Natalia et al., "Perancangan Interior Fasilitas Edukasi Hidroponik Di Surabaya" 5, no. 2 (2017): 97–106.

⁵Heru Prihmantoro, *Hidroponik Tanaman Buah Untuk Hobi Dan Bisnis* (Jakarta: Penwbar Swadaya, 1995).h.4

tanaman, garam pupuk ini kita larutkan dengan kepekatan yang telah di tetapkan lalu kita alirkan dengan frekuensi yng telah di tetapkan pula sesuai kebutuhan tanaman⁶.

Apabila unsur hara yang tersedia tidak seimbang maka proses pertumbuhan akan mengalami gangguan metabolisme. Tumbuhan yang kekurangan unsur hara akan menyebabkan gangguan pada fungsi akar, namun gejala yang sering terlihat pada tumbuhan saat kekurangan unsur hara pada bagian tajuk tumbuhan, karena gejala yang muncul pada tajuk tanaman ini lebih mudah diamati dan memberikan petunjuk pada petani agar segera mengetahui, kelebihan unsur hara juga harus dihindari karena dapat menyebabkan turunya kualitas hasil panen⁷.

Berbagai macam unsur hara bisa di temukan di dalam tubuh tumbuhan namun tidak menutup kemungkinan bahwa unsur hara yang berada didalam tubuh tumbuhan semuanya diperlukan oleh tumbuhan tersebut, unsur hara dapat dibedakan menjadi dua yakni unsur hara makro merupakan unsur hara yang diperlukan dalam jumlah banyak dan unsur hara mikro yang hanya diperlukan sedikit, yang tergolong dalam kategori unsur hara makro adalah: karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S) sedangkan unsur-unsur yang tergolong dalam kategori mikro yakni: khlorin (Cl), besi (Fe), boron (B), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), serta molibdenum (Mo)⁸.

⁶Pinus Lingga, *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah* (Jakarta: Penwbar Swadaya, 1999).h.31

⁷ Yos Sutyoso, *Meramu Pupuk Hidroponik* (Jakarta: Penwbar Swadaya, 2003).h.2

⁸Benyamin Lakitan, *Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan* (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2007).

Besi merupakan salah satu unsur hara yang termasuk kedalam golongan mikro, Unsur hara besi diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Fe^{2+} . Unsur hara besi merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan pada pembentukan enzim-enzim pernapasan yang mengoksidasi hidrat arang menjadi gas asam arang, unsur hara besi juga sangat penting untuk menghasilkan klorofil dalam tanaman⁹.

Dalam Al-Qur'an surat al- Hadid ayat 25 Allah Berfirman:

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَنْ يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ



Artinya: “Sesungguhnya Kami telah mengutus Rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya Padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya allah maha kuat lagi maha perkasa”(QS.Al-Hadid(57):52).

Dalam surat alahadit ini Allah SWT menganugerahkan kepada kita umat manusia bahwa "besi" merupakan suatu karunia yang tidak terhingga nilai dan manfaatnya. Karna besi dapat digunakan untuk memenuhi berbagai keperluan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Ayat di atas juga dapat dipahami sebagai nasehat kepada

⁹Lingga, *Op.Cit*,h.36

mereka yang selama ini bersungguh-sungguh menggunakan anugerah Allah sesuai dengan tujuan penciptaannya. Maka Allah menciptakan besi agar dimanfaatkan menjadi sesuatu yang berguna bagi manusia.

Dalam pembentukan enzim unsur besi merupakan komponen penting yang tidak dapat dihilangkan dalam perkembangan tumbuhan, misalnya pada oksidase sitokrom yang berperan dalam transfer energi. Pada pembentukan protein besi juga sangat di perlukan karna berperan sebagai proteiin ferredoxin. Selain itu besi juga masih memiliki beberapa peran lain yaitu sebagai katalisator atau koenzim yang nantinya akan di perlukan dalam pembentukan klorofil, besi juga akan terlibat dalam sintesis protein dan juga pada pertumbuhan meristem atau titik tumbuh ujung akar. oleh sebab itu keberadaan dari unsur besi sangat di perlukan saat pembentukan klorofil dan sangat berguna untuk kelangsungan aktivitas oksigen¹⁰.

Suplai kebutuhan unsur hara pada proses pertumbuhan tanaman dalam sistem hidroponik sangat perlu untuk diperhatikan, aplikasi pemberian larutan nutrisi pada sistem hidroponik tergantung pada metode yang digunakan oleh petani salah satu metode tersebut adalah sistem NFT, pemberian larutan unsur hara pada sistem ini melalui perputaran aliran larutan unsur hara. Perputaran larutan ini juga akan memberikan unsur hara Fe yang akan di bantu dengan menggunakan proses elektrolisis. Reaksi kimia terbentuknya Fe^{2+} adalah : $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$

¹⁰ Laila Zuhaida, Erlina Ambarwati, and Endang Sulistyaningsih, "Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa* L.) Hidroponik Diperkaya Fe," *Jurnal Online Universitas Gadjah Mada* 1, no. 4 (2012): 13–16.

Elektrolisis adalah suatu perubahan kimia atau reaksi dekomposisi dalam suatu elektrolit dengan menggunakan bantuan arus listrik. Elektrolit nantinya akan larut dalam pelarut polar misalnya air dan akan terdisosiasi menjadi ion positif (kation) dan ion negatif (anion). Air merupakan elektrolit yang sangat lemah yang nantinya akan mengalami ionisasi menjadi ion-ion H^+ dan OH^- , oleh sebab itu sangat memungkinkan untuk di elektrolisis menjadi O_2 dan H_2 ¹¹.



Elektrolisis air merupakan proses penguraian molekul air (H_2O) menjadi hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan menggunakan bantuan energi listrik. Proses ini akan terjadi apabila dua buah elektroda diletakkan kedalam air serta arus searah dialirkan diantara dua elektroda tersebut. Setelah beberapa waktu hidrogen akan terbentuk pada katoda sementara oksigen akan terbentuk pada anoda. Elektrolisis air akan digunakan untuk mengalirkan unsur hara besi ke akar tanaman guna memenuhi nutrisi yang dibutuhkan tanaman¹².

Setiap unsur hara saat diaplikasikan ke tanaman pasti akan memiliki fungsinya masing-masing, tidak semua unsur hara diperlukan dalam jumlah banyak oleh tanaman. pemberian unsur hara (nutrisi) sangatlah penting untuk diperhatikan guna mendapatkan hasil yang diinginkan dan memuaskan. Berdasarkan pemikiran ini

¹¹ Isana SYL, "Perilaku Sel Elektrolisis Air Dengan Elektroda Stainless Steel," *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 2010, www.kimia.uny.ac.id.

¹² Otto Sbastian, "Analisa Efisiensi Elektrolisis Air Dari Hydrofil Pada Sel Bahan Bakar" *Jurnal Dinamis*, Vol.2, no. 12 (2013) h,20.

peneliti merasa perlu melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pentingnya unsur hara Fe dalam proses pertumbuhan kangkung oleh karna itu penulis akan melakukan penelitian tentang “pengaruh perbedaan waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung .

B. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas agar masalah tidak meluas maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Tanaman yang diteliti adalah tanaman kangkung darat (*ipomoea reptans* *poir*)
2. Nutrisi yang digunakan dalam teknik hidroponik didapat dari pupuk NPK dan kandungan besi yang di elektrolisis menggunakan elektroda besi.
3. Sistem hidroponik menggunakan tehnik NFT

C. Rumusan masalah

Rumusan permasalahan yang akan menjadi fokus kajian dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan kangkung pada sistem hidroponik NFT.

D. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan kangkung pada sistem hidroponik NFT.

E. Manfaat penelitian

Peneliti di harapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak antara lain:

Bagi masyarakat

1. Memberikan pengetahuan tentang memanfaatkan lahan yang sempit untuk bercocok tanam dengan hasil yang optimal
2. Memberikan pengetahuan tentang pentingnya unsur hara bagi tumbuhan khususnya sayuran
3. Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan pada budidaya tanaman kangkung secara hidroponik.

Bagi peneliti

Menambah pengetahuan tentang penanaman hidroponik dan cara pemberian unsur hara yang sesuai.

Bagi dunia pendidikan

1. Sebagai sumber informasi terkait pemanfaatan lahan sempit yang dapat di gunakan dalam bidang bercocok tanam.
2. Sebagai sumber informasi terkait pemberian unsur hara Fe ada tanaman hidroponik.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tanaman kangkung

1. Deskripsi tanaman kangkung

Kangkung (*Ipomoea sp*) termasuk suku *Convolvulaceae* atau keluarga kangkung-kangkungan merupakan tanaman yang tumbuh cepat dan memberikan hasil dalam waktu 4-6 minggu sejak dari benih tanaman semusim dengan panjang 30-50 cm ini merambat pada lumpur dan tempat-tempat yang basah seperti tepi kali, rawa-rawa, atau terapung diatas air. Biasa ditemukan didataran rendah hingga 1000 m diatas permukaan laut. Tanaman kangkung terdiri dari dua varietas, yakni kangkung darat yang disebut kangkung cina dan kangkung air yang tumbuh secara alami di rawa-rawa, sawah atau parit. Perbedaan antara kangkung darat dan kangkung air terletak pada warna bunga. Kangkung air berbunga putih kemerah-merahan sedangkan kangkung darat berbunga putih bersih perbedaan lainya pada bentuk daun dan batang ¹.

Tanaman kangkung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisio	: Spermatophyta
Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida

¹Rukmana R, *Bertanam Kangkung* (Yogyakarta: Kanisius, 1994).h.12

Subkelas : Asteridae
Ordo : Solanales
Familia : Convolvulaceae
Genus : *Ipomoea*
Spesies : *Ipomoea reptans* Poir



Gambar 2.1 Tanaman kangkung

2. Morfologi Tanaman Kangkung

Kangkung merupakan tanaman menetap yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun. Kangkung merupakan tanaman hijau yang memiliki akar, batang, daun, bung, buah, dan biji.

a. Akar

Secara anatomi akar terdiri dari jaringan utama berupa xilem dan floem. Jaringan xilem bertugas untuk menyerap air sedangkan jaringan floem

bertugas untuk menyerap unsur hara. Tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar ke semua tanah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60-100 cm. Dan melebar secara mendatar dengan radius 100-150 cm lebih.



Gambar 2.2 Akar kangkung

b. Batang

Batang tanaman berbentuk bulat panjang, berbuku buku, banyak mengandung air (*herbaceous*) dan berlubang-lubang. Batang tanaman kangkung tumbuh merambat atau menjalar dan percabangannya banyak.



Gambar 2.3 batang dan daun tanaman kangkung

c. Daun

Tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan diketiak daunnya terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru. Bentuk daun umumnya berbentuk seperti jantung hati. ujung daun runcing ataupun tumpul permukaan daun sebelah atas berwarna hijau tua dan permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda.

d. Bunga

Selama fase pertumbuhannya, tanaman kangkung dapat berbunga umumnya berbentuk seperti terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih atau merah lembayung.



Gambar 2.4 Bunga tanaman kangkung

e. Buah dan Biji

Tanaman kangkung berbentuk bulat telur yang didalamnya terdapat tiga butir biji. Bentuk biji kangkung bersegi-segi atau agak bulat berwarna coklat

atau kehitam-hitaman dan termasuk biji berkeping dua. Pada kangkung darat biji kangkung berfungsi sebagai perbanyakan tanaman secara generatif².

3. Manfaat Kangkung

Manfaat kangkung selain disajikan sebagai sayuran dengan aneka rasa yang enak dan lezat, kangkung juga bisa berfungsi sebagai obat tradisional yang mujarab, tanpa efek samping antara lain untuk mengobati eksim, kapalan, bengkak, mimisan, pendarahan, wasir, sakit gigi, susah kencing dan lain-lain³. Kangkung juga dapat berfungsi sebagai obat tidur karena menenangkan syaraf, zat besi yang terkandung dalam kangkung sangat berguna untuk pertumbuhan badan. Selain itu hewan juga menyukai kangkung bila dicampur dalam makanannya seperti sapi, kambing, kelinci, ayam dan itik⁴.

4. Kandungan Gizi Kangkung

Sayuran kangkung merupakan sumber gizi yang sudah umum bagi masyarakat Indonesia, selain itu sayuran kangkung selain murah harganya juga mudah di dapatkannya. Dalam seratus gram kangkung memiliki berbagai komposisi gizi seperti kalsium, vitamin, fosfor, kalori, khususnya zat besi yang sangat berguna untuk pertumbuhan dan kesehatan. Untuk kandungan gizi yang terdapat pada sayuran kangkung secara lengkap dapat disimak pada tabel .

²Kanisius, *Bertanam Kangkung* (Yogyakarta: Kanisius, 1994).h.16-17

³Neni Suhaeni, *Petunjuk Praktis Bercocok Tanaman Sayuran Daun* (Bina Muda Cipta Kreasi, 2008).h.37

⁴Sapto Wibowo and Arum Asriyanti, "Aplikasi Hidroponik NFT Pada Budidaya Pakcoy (*Brassica Rapa Chinensis*)," *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 13, no. 3 (2013): 159–67.

Tabel 2.1 Kandungan gizi pada setiap 100 gram tanaman kangkung

Komposisi gizi	Banyaknya kandungan gizi	
	1	2
kalori	30,00 cal	29,00 kal
protein	3,90 gr	3,00 gr
lemak	0,60 gr	0,30 gr
karbohidrat	4,40 gr	5,40 gr
serat	1,40 gr	-
kalsium	71,00 mg	73,00 mg
fosfor	67,00 mg	50,00 mg
zat besi	3,20 mg	2,50 mg
natrium	49,00 mg	-
kalium	458,00 mg	-
vitamin A	4825,00 SI	6300,00 SI
vitamin B ₁	0,09 mg	0,07 mg
vitamin B ₂	0,24 mg	-
vitamin C	59,0 mg	32,00 mg
Niacin	1,30 mg	-
Air	-	89,70 gr

Sumber : 1. *Food and nutrition center hand-book no 1, manila, (1964)*
 2. *direktorat gizi depkes RI (1981)*⁵.

Allah menganugrahi kita dengan berbagai macam tanaman dan tumbuhan salah satunya adalah kangkung (*Ipomoea reptans poir*) yang dapat dikonsumsi dan mengandung berbagai vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh sebagaimana yang disebutkan dalam firman Allah SWT dalam Alquran Qs. Asy-syuara 26:7 yang berbunyi:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

⁵ Kanisius, *Op.Cit.* h.13

Artinya: Dan apakah mereka semua tidak melihat seberapa banyak Allah tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik.

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah SWT telah menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup . Selain itu ayat diatas menjelaskan bahwa manusia diperintahkan untuk memanfaatkan dan memelihara segala macam tumbuhan yang ada di bumi ini karena tidak ada satupun ciptaan Allah yang sia-sia. Segala sesuatu yang diciptakan Allah memiliki manfaatnya masing-masing.

B. Hidroponik

1. Definisi Hidroponik

Istilah hidroponik (hydroponics) digunakan untuk menjelaskan tentang cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. dikalangan umum istilah ini dikenal sebagai bercocok tanam tanpa tanah. Hidroponik adalah lahan budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga hidroponik merupakan aktivitas pertanian yang dijalankan dengan menggunakan air sebagai medium untuk menggantikan tanah. Sehingga sistem bercocok tanam secara hidroponik dapat memanfaatkan lahan yang sempit⁶.

Budidaya tanaman sistem hidroponik dapat dilakukan di ruangan sempit, di luar ataupun di dalam rumah, seperti di pekarangan rumah, dapur dan garasi.

⁶Ida Syamsu Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik," *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO* 1, no. 2 (2014): 45.

Hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuh tanaman dengan tambahan nutrisi untuk pertumbuhan.⁷

Kelebihan sistem hidroponik antara lain adalah :

1. penggunaan lahan lebih efisien.
2. tanaman berproduksi tanpa menggunakan tanah.
3. tidak ada resiko untuk penanaman terus menerus sepanjang tahun.
4. kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih.
5. penggunaan pupuk dan air lebih efisien.
6. periode tanam lebih pendek, dan
7. pengendalian hama dan penyakit lebih mudah.

Kekurangan sistem hidroponik, antara lain adalah :

1. membutuhkan modal yang besar
2. pada “Close System” (nutrisi disirkulasi), jika ada tanaman yang terserang patogen maka dalam waktu yang sangat singkat seluruh tanaman akan terkena serangan tersebut; dan
3. pada kultur substrat, kapasitas memegang air media substrat lebih kecil daripada media tanah; sedangkan pada kultur air volume air dan jumlah nutrisi

⁷ Anis Wahyuningsih and Sisca Fajriani, “Komposisi Nutrisi Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L .) Sistem Hidroponik The Nutrition And Growth Media Composition On The Growth And Yield Of Pakcoy (Brassica Rapa L .) Using Hydroponics System,” *Jurnal Produksi Tanaman* 4, no. 8 (2016).

sangat terbatas sehingga akan menyebabkan pelayuan tanaman yang cepat dan stres yang serius⁸.

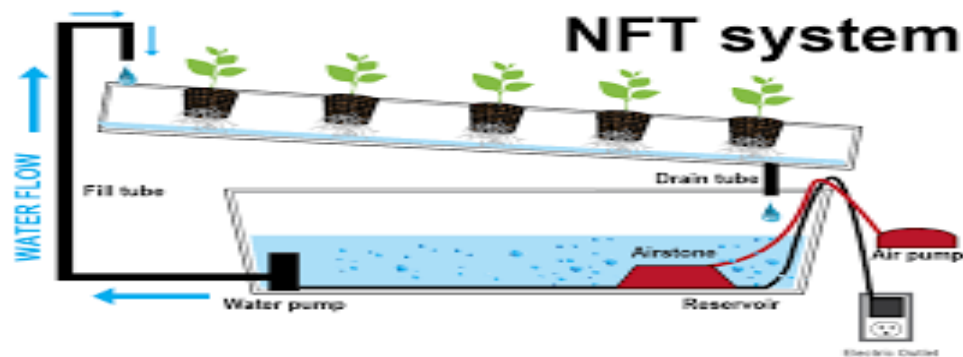
2. Jenis Hidroponik

Saat ini teknik hidroponik sudah berkembang sangat pesat sejak pertama kali ditemukan, struktur yang digunakan bervariasi dari yang paling sederhana hingga yang cukup rumit. Ada beberapa macam teknik-teknik penanaman secara hidroponik yaitu : *Nutrient Film Technique* (NFT), *Wick System*, *Floating System*, *Ebb and Flow*, *Drip irrigation* dan *Aeroponik*. (heru agus hendra) Teknik hidroponik yang digunakan dalam penelitian adalah teknik hidroponik sistem *Nutrient Film Technique* (NFT).

a. *Nutrient film technique* (NFT)

Nutrient film technique (NFT) merupakan sistem yang paling populer dalam istilah hidroponik. Sistem ini bergerak mengalirkan nutrisi yang terlarut dalam air secara terus menerus melalui pipa-pipa dan selang dengan bantuan dorongan pompa. Saat air dan nutrisi mengalir, perakaran tanaman akan menyerap nutrisi yang dibutuhkan. Nutrisi akan mengalir memutar instalasi hidroponik dari bak penampungan ke pipa-pipa yang berisi tanaman, lalu kembali memasuki bak penampungan. Dengan mengalirnya air dan nutrisi, oksigen dan segala kebutuhan tanaman untuk tumbuh selalu ada.

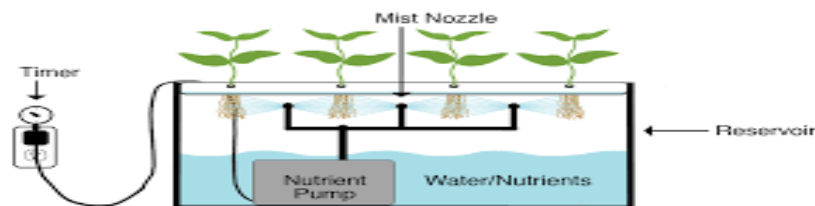
⁸Rini Rosliani, *Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik* (Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005).h.2-3



Gambar 2.5 sumber: (<http://hannainst.com/>)

b. Aeroponik

Aeroponik sebenarnya sistem ini terbilang unik, pasalnya perakaran tanaman sengaja dibuat menggantung didalam wadah yang telah disiapkan. Selanjutnya, nutrisi dialirkan melalui PVC kecil dan selang, lalu disemprotkan melalui lubang nozzle kecil, sehingga dihasilkan butiran air layaknya pengabutan. Semakin kecil butiran air yang di semprotkan akar tanaman akan semakin mudah menyerap larutan nutrisi. Selanjutnya sisa larutan yang tidak terserap akar akan tertampung didalam wadah atau tandon untuk disemprotkan kembali ke tanaman. Agar proses pengabutan dilakukan secara otomatis setiap beberapa menit sekali gunakan mesin timer sehingga prosesnya lebih praktis.



Gambar 2.6 : (sumber: <http://hannainst.com/>)

c. Pasang surut (EBB and Flow)

Pasang surut (EBB and Flow) dikatakan demikian karena wadah berisi tanaman yang ditempatkan dalam wadah, seperti pipa PVC atau talang, akan terendam larutan nutrisi sehingga ketinggian tertentu selama beberapa waktu. Setelah itu, larutan akan disurutkan kembali kondisi ini terus berulang, tetapi tanaman tidak akan jenuh air karena pot hanya terendam sementara waktu. Lama perendaman sekitar 5-20 menit, tergantung pada kebutuhan dan jenis tanaman agar tidak ada air yang terperangkap, sebaiknya letakan kerikil didasar wadah tanaman agar akar tanaman tidak membusuk.

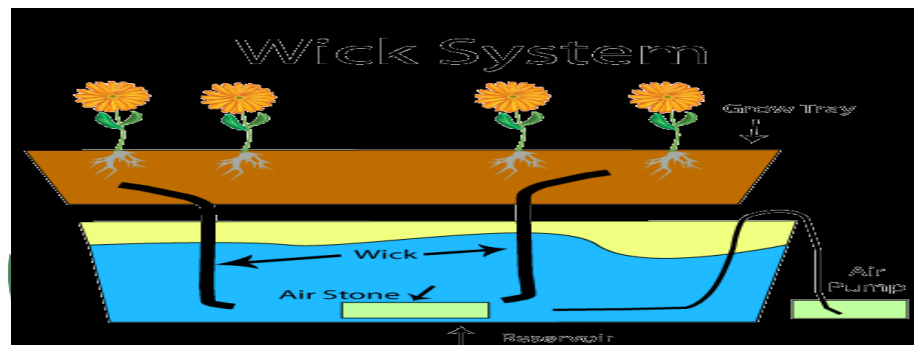


Gambar 2.7 (sumber: <http://hannainst.com/>)

d. Wick System

Wick System dalam hidroponik dikenal juga istilah *static solution culture*, yakni teknis bertanam menggunakan air yang tidak bergerak atau mengalir salah satunya adalah sistem sumbu atau *wick system*. Disebut sistem sumbu karna cara kerja sistem ini membutuhkan sumbu berupa kain flanel sebagai perantara agar

perakaran tanaman dapat menyerap nutrisi. Sistem ini bisa dikatakan sebagai sistem yang paling praktis dan murah, pasalnya wadah berisi tanaman cukup diletakkan diatas wadah berisi larutan nutrisi bisa berupa botol air mineral, jeriken, ember atau wadah lainnya. Agar hasilnya lebih maksimal, jika wadah nutrisi yang digunakan berukuran besar, bisa dipasang aerator yang biasa digunakan untuk suplai oksigen di aquarium.

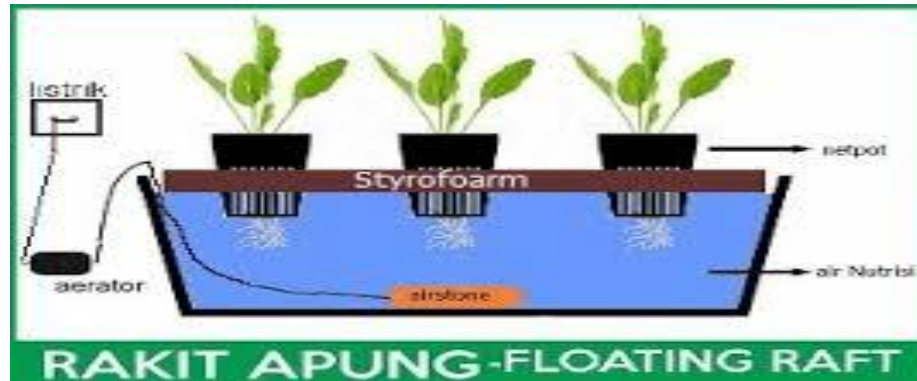


Gambar. 2.8 . Wick system. (sumber: <http://hannainst.com/>)

e. Rakit Apung

Rakit apung sistem ini dikenal sebagai *floating hidroponic system* (FHS) *raft system* atau *water culture system*. Prinsip sistem hidroponik ini adalah tanaman ditanam dalam keadaan diapungkan tepat diatas larutan nutrisi sehingga dibutuhkan penyangga wadah tanaman berupa *styrofoam*. Untuk memberikan pasokan udara pada akar tanaman, gunakan aerator untuk memutar larutan nutrisi⁹.

⁹ Purwadaksi Rahmat, *Bertanam Hidroponik Gak Pake Masalah* (Jakarta: PT Agro Media Pustaka, n.d.).



Gambar 2.9, rakit apung (sumber: <http://hannainst.com/>)

3. Faktor Penting Dalam Hidroponik

a. Unsur hara

Beraneka ragam unsur dapat ditemukan didalam tubuh tumbuhan ,tetapi tidak berarti bahwa seluruh unsur-unsur tersebut dibutuhkan tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. unsur hara esensial dibedakan menjadi unsur makro dan unsur mikro. Yang tergolong unsur makro adalah unsur esensial dengan konsentrasi 0,1% (1000 ppm) atau lebih, sedangkan unsur dengan konsentrasi kurang dari 0,1% digolongkan sebagai unsur mikro. berdasarkan batasan ini maka yang tergolong kedalam unsur makro adalah C,H,O,N,P,K Ca,Mg dan S. Unsur –unsur Cl,Fe,B,Mn,Zn,Cu dan Mo tergolong unsur mikro¹⁰.

¹⁰Benyamin Lakitan, *Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan* (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2007).h.64

Tabel 2.2 Peranan unsur hara esensial bagi tanaman

No	Unsur hara	Bentuk kimia dalam tanah	Peranan dalam pertumbuhan tanaman
1.	Karbon (C)	CO ₂	Penyusun karbohidrat, protein, lemak, asam nukleat, dan senyawa organik
2.	Hidrogen (H)	H ₂ O	Penyusun karbohidrat, protein, lemak, asam nukleat, dan senyawa organik
3.	Oksigen (O)	O ₂ , H ₂ O	Penyusun karbohidrat, protein, lemak, asam nukleat, dan senyawa organik
4.	Nitrogen (N)	NO ³⁻ , NH ⁴⁺	Penyusun protein dan asam amino
5.	Fosfor (P)	H ₂ PO ⁴⁻ , HPO ²⁻	Penyusun asam nukleat, ATP, ADP
6.	Kalium (K)	K ⁺	Sebagai katalis dalam transport ion, pembentuk enzim
7.	Kalsium (Ca)	Ca ²⁺	Sebagai komponen dinding sel
8.	Magnesium (Mg)	Mg ²⁺	Bagian dari klorofil
9.	Sulfur (S)	SO ₄ ²⁻	Pembentuk asam amino, protein

No	Unsur hara	Bentuk kimia dalam tanah	Peranan dalam pertumbuhan tanaman
10.	Besi (Fe)	Fe^{2+}	Berperan dalam sintesis klorofil, reaksi oksidasi-reduksi dan fiksasi N
11.	Tembaga (Cu)	Cu^{2+}	Komponen enzim, fotosintesis, metabolisme karbohidrat dan protein dan fiksasi N
12.	Mangan (Mn)	Mn^{2+}	Aktivator enzim, fotosintesis, metabolisme dan asimilasi N
13.	Seng (Zn)	Zn^{2+}	Aktivator enzim, dan aktivator pematangan sel
14.	Boron (B)	HBO_3	Komponen dinding sel
15.	Molibdenum (Mo)	MoO_4^{2-}	Berperan dalam fiksasi N
16.	Klor (Cl)	Cl	Berperan dalam reaksi fotosintesis
17.	Nikel (Ni)	Ni^{2+}	Berperan untuk enzim urease, pengisian padi, serapan Fe
18.	Kobalt (Co)	Co^{2+}	Fiksasi N, ditemukan dalam vitamin B12

Larutan hara untuk pemupukan tanaman hidroponik di formulasikan sesuai dengan kebutuhan tanaman menggunakan kombinasi garam-garam pupuk. Jumlah yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan optimal tanaman. Program pemupukan tanaman melalui hidroponik walaupun kelihatannya sama untuk berbagai jenis tanaman sayuran, akan tetapi terdapat perbedaan

kebutuhan setiap tanaman terhadap hara. Pupuk yang dapat digunakan dalam sistem hidroponik harus mempunyai tingkat kelarutan yang tinggi ¹¹.

Pemberian unsur hara merupakan kunci utama dalam bertanam sistem hidroponik. Hal ini dikarenakan dengan pemberian unsur hara secara teratur dapat mempengaruhi perkembangan tanaman. Unsur hara yang baik bagi tanaman adalah pada pH 5.5 – 7.5. akan tetapi pH yang terbaik adalah 6.5. kisaran angka tersebut merupakan kebutuhan terbaik bagi tanaman. Namun demikian, kebutuhan akan unsur hara pada tanaman berbeda-beda menurut tingkat pertumbuhan dan jenis tanamannya.

b. Media tanam

Media yang baik membuat unsur hara tetap tersedia secara maksimal, kelembaban air terjaga dan drainasenya pun baik. Media yang digunakan harus dapat menyediakan air, zat hara, dan oksigen serta tidak mengandung zat yang beracun bagi tanaman. Media tanam yang biasanya digunakan untuk bertanam sistem hidroponik yaitu *rockwool*, perlit, serabut kelapa, vermikulit, pasir, kerikil, pecahan batu bata, arang sekam, spons, dan sebagainya¹².

Media substrat hidroponik tidak boleh mengandung racun (toksik). Beberapa contoh media yang mengandung racun adalah sebagai berikut: (1) Serbuk gergaji, kadang-kadang mengandung garam dapur (NaCl) yang tinggi akibat dari kayu yang pernah diletakkan di laut, sehingga serbuk gergaji harus

¹¹ Anas D. Susila, *Modul Sistem Hidroponik* (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2013).

¹² Cynthia Natalia et al., "Perancangan Interior Fasilitas Edukasi Hidroponik Di Surabaya" 5, no. 2 (2017): 97.

dicuci di air tawar sebelum digunakan sebagai media tanam. (2) Media batu apung dan pasir yang berasal dari laut, karena mengandung CaCO_3 sangat tinggi¹³.

c. Cahaya

Pemberian cahaya 8-10 jam per hari sama halnya seperti tanaman yang ditanam di kebun. Tanaman yang ditumbuhkan dengan sistem hidroponik juga membutuhkan minimalnya 8-10 jam cahaya langsung untuk dapat terus tumbuh dan berproduksi dengan baik. Lampu dengan intensitas pencahayaan tinggi seperti *high pressure sodium lamp* juga dapat digunakan pada area di mana cahaya matahari terbatas.

d. Air

Air yang digunakan jangan menggunakan air yang mengandung klorin 10EC (*electrical conductivity*). Air pada hidroponik jangan bercampur dengan air hujan karena dapat membawa bakteri sehingga merugikan tanaman. Air yang difiltrasi dengan menggunakan reverse osmosis (OS) merupakan sumber air kedua yang terbaik untuk sistem hidroponik karena umumnya mengandung sekitar 15-60 EC.

¹³Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik."

e. Suhu

60-80 oF merupakan suhu terbaik untuk tanaman tumbuh dengan kelembapan sekitar 50%. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang tidak normal dan mengurangi produksi.

f. PH Level

Optimum level 6.3 , kisaran ideal 5.8 – 6.8. pH merupakan faktor yang sangat penting diperhatikan dalam sistem hidroponik. Bila kadar pH jatuh jauh dibawah kisaran pH optimal maka nutrisi yang terlarut akan menjadi tidak dapat diambil oleh tanaman. Kadar toleransi pH pada setiap tanaman bisa jadi berbeda, tetapi kebanyakan pH ideal untuk tanaman berkisar di angka 5,8-6,8¹⁴.

Di dalam budidaya tanaman tanpa tanah, kondisi pH di zona perakaran tanaman biasanya meningkat dengan berjalannya waktu. Penambahan larutan asam biasanya diperlukan untuk mempertahankan pH larutan antara 5.5-6.5. Pada umumnya asam nitrat atau fosfat dapat digunakan untuk penurunan pH. Bila diperlukan untuk peningkatan pH larutan yang bisa digunakan adalah potasium hidroksida. Bila sumber air ber pH tinggi karena adanya bikarbonat, pH seharusnya diturunkan sebelum pupuk dilarutkan untuk menjaga terjadinya pengendapan¹⁵.

¹⁴Natalia et al., "Perancangan Interior Fasilitas Edukasi Hidroponik Di Surabaya."

¹⁵ Anas. *Op.Cit.h* 13

C. Besi (Fe)

Unsur mikro besi (Fe) merupakan salah satu hara yang sangat penting bagi tanaman karena Fe diperlukan dalam sintesis khlorofil, memegang peranan penting dalam transfer energi, merupakan penyusun enzim dalam transpor elektron seperti sitokrom dan feredoksin yang aktif dalam fotosintesis dan dalam respirasi mitokondria serta berfungsi dalam respirasi dan metabolisme tanaman juga terlibat dalam fiksasi nitrogen. Semakin banyak Fe yang tersedia dalam tanaman maka aktifitas fotosintesis akan semakin meningkat.¹⁶ Ketersediaan Fe yang optimal dibutuhkan oleh tanaman. Bila Fe dalam larutan hara tidak tercukupi maka pembentukan klorofil tidak akan sempurna, respirasi tidak optimal dan energi yang dihasilkan hanya sedikit sehingga penyerapan hara oleh akar lambat. Akibatnya pertumbuhan tanaman stagnan atau terhenti.¹⁷

Besi diambil tanaman dalam bentuk ion ferri (Fe^{3+}) atau ferro (Fe^{2+}). Bentuk lain yang juga diserap oleh tanaman adalah $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ dan Fe-khelat. Fe umumnya menyusun 0,01% tanaman dengan kisaran dalam daun adalah 10 – 100 ppm. Besi berperan terutama dalam sintesis klorofil dan enzim-enzim yang berfungsi dalam sistem transfer elektron. Unsur ini bersama Mn terlibat dalam aktivitas enzimatik yang terkait dengan metabolisme karbohidrat, reaksi fosforilasi dan siklus asam sitrat. Kekurangan Fe menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil, penyusunan

¹⁶ Amalia T Sakya, "Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Besi (Fe) Terhadap Kualitas Anthurium," 2010,30.

¹⁷ Prita Fatma Adelia, "Pengaruh Penambahan Unsur Hara Mikro (Fe Dan Cu) Dalam Media Paitan Cair Dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam Merah (Amaranthus Tricolor L .) Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung" *Jurnal Produksi Tanaman* 1, No. 3 (2013): 53.

protein menjadi tidak sempurna dan penurunan jumlah ribosom. Kekurangan Fe juga menyebabkan penurunan kadar pigmen, dan mengakibatkan pengurangan aktivitas enzim. Tanaman yang keracunan Fe akan menunjukkan gejala-gejala seperti daun berwarna coklat kemerah-merahan, menguning atau orange¹⁸.

Kekahatan besi yang dicirikan dengan kekurangan klorofil (klorosis) merupakan masalah yang meluas dan bahkan mendunia ditanah berkapur dan ditemui baik pada tanaman monokotil (khususnya rerumputan) maupun pada tanaman dikotil. kekahatan ini sering dapat dihilangkan atau dikurangi dengan menambahkan besi ketanah atau kedaun. Karena kekahatan besi begitu meluas perhatian khusus ditujukan kepada jenis ligand yang mampu mempertahankan besi untuk tetap larut dalam tanah, dan meneliti mengapa kadang ligand itu gagal melakukan fungsinya. Pertama, perludisadari bahwa Fe^{3+} kurang larut bila dibandingkan dengan Fe^{2+} . diantara kedua bentuk besi itu Fe^{2+} jauh lebih mudah terserap oleh akar¹⁹.

D. Elektrolisis

Sel elektrokimia adalah sel yang menghasilkan transfer bentuk energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya melalui saling interaksi antara arus listrik dan reaksi redoks. Terdapat dua macam sel elektrokimia yaitu sel volta atau sel gavani dan sel elektrolisis. Elektrolisis berbeda dengan reaksi redoks spontan, yang berakibat pada konversi bahan kimia energi menjadi energi listrik²⁰.

¹⁸Laila Zuhaida, Erlina Ambarwati, and Endang Sulistyaningsih, "Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa* L.) Hidroponik Diperkaya Fe," *Jurnal Online Universitas Gadjah Mada* 1, no. 4 (2012): 15.

¹⁹Frank B Salisbury, *Fisiologi Tumbuhan* (Bandung: ITB, 1995).H.141

²⁰Chang Raymond, *Chemistry 10th Editi* (Thomas D. TIMP, 2010).

Elektrolisis merupakan perubahan kimia, atau reaksi dekomposisi dalam suatu elektrolit oleh arus listrik. Elektrolit larut dalam pelarut polar (misalnya air) dengan terdisosiasi menjadi ion-ion positif (kation-kation) dan ion-ion negatif (anion-anion). Ion negatif disebut anion karena melalui larutan tertarik ke muatan positif pada anoda, sedangkan ion positif disebut katoda karena melalui larutan akan bergerak menuju muatan negatif (katoda)²¹.

Suatu elektrolit yang dicelupkan dua buah elektroda yang dihubungkan dengan rangkaian listrik luar menyebabkan arus mengalir melalui larutan bila suatu baterai atau sumber energi diletakkan pada rangkaian luar, atau sistem elektrolit dengan dua elektroda sebagai suatu sel elektrolisis akan berfungsi sebagai sumber energi dan menghasilkan arus yang akan mengalir kerangkaian luar. Arus yang secara langsung dialirkan pada larutan akan menimbulkan terjadinya suatu reaksi reduksi-oksidasi. Reaksi oksidasi terjadi pada anoda dengan adanya transfer elektron dari spesies tereduksi kepada elektroda sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi dengan transfer elektron dari elektroda kespesies teroksidasi rangkaian luar berperan dalam pengangkutan elektron dari anoda ke katoda²².

Air sebagai pelarut bersifat polar. Molekul polar memiliki muatan di ujung molekulnya, yakni muatan positif dan negatif. Muatan ini mampu berinteraksi dengan muatan pada molekul polar lain untuk melarutkannya. Antar molekul-molekul

²¹ Isana SYL, "Perilaku Sel Elektrolisis Air Dengan Elektroda Stainless Steel," *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 2010, www.kimia.uny.ac.id.

²² S Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik* (Jakarta: UI Press, 2010).

tersebut terjadi transfer atom hidrogen sehingga terbentuk ion hidronium. Penambahan zat elektrolit, misalnya asam, basa atau garam dapat meningkatkan konduktivitas air sehingga proses elektrolisis air menjadi lebih cepat.

Dalam sel elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Hubungan kuantitatif antara jumlah muatan listrik yang digunakan dan jumlah zat yang terlibat dalam reaksi telah dirumuskan oleh Faraday. Hal ini dapat terjadi karena melibatkan reaksi reduksi-oksidasi yang mengandalkan peran partikel bermuatan sebagai penghantar muatan listrik.

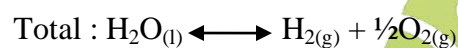
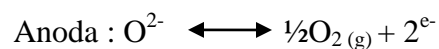
Oleh karena itu sangat memungkinkan untuk dielektrolisis menjadi gas-gas H_2 dan O_2 . Gas H_2 dapat diperoleh pada katoda karena terjadi reaksi reduksi ion H^+ , sedangkan gas O_2 diperoleh pada anoda karena terjadi reaksi oksidasi OH^- . Berdasarkan sifat air yang merupakan elektrolit sangat lemah maka ion-ion H^+ dan OH^- dalam larutan relatif sedikit, pada kondisi standar hanya sekitar 10^{-7} M, oleh karenanya elektrolisis air akan berjalan sangat lambat²³. Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut :

$H_2O(l) \longrightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$. Dalam perlakuan elektrolisis menggunakan elektroda besi hasil utamanya adalah Fe^{2+} berikut ini reaksi elektrolisis terbentuknya Fe^{2+} :

²³ SYL, "Perilaku Sel Elektrolisis Air Dengan Elektroda Stainless Steel."



Secara kimia reaksi pemecahan molekul air menjadi hidrogen dan oksigen mengikuti persamaan reaksi sebagai berikut:



Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen gas (H_2) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Pada katode, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H_2 dan ion hidroksida (OH^-). Sementara itu pada anode, duamolekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O_2), melepaskan 4 ion H^+ serta mengalirkan elektron ke katode. Ion H^+ dan OH^- mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air²⁴.

E. Kerangka Berpikir

Zat besi (Fe) merupakan salah satu mineral yang penting bagi manusia, terutama bagi perempuan. Manusia perlu mengonsumsi pangan dengan kandungan Fe yang

²⁴ Otto Sbastian, "Analisa Efisiensi Elektrolisis Air Dari Hydrofil Pada Sel Bahan Bakar" II, no. 12 (2013).

tinggi untuk memenuhi kebutuhan manusia terhadap zat besi. Zat besi merupakan salah satu mineral yang penting dalam proses pembentukan sel darah merah. Kebutuhan zat besi manusia normal per harinya adalah 18 mg. Kekurangan zat besi akan menyebabkan terjadinya anemia yang ditandai dengan gejala pucat, lemah, letih, lesu, dan penglihatan berkurang. Secara alamiah, zat besi diperoleh dari makanan seperti kuning telur, hati, daging, kacang-kacangan, dan sayuran berdaun hijau.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan Fe di dalam sayuran dengan meningkatkan konsentrasi Fe pada pupuk atau nutrisi yang diberikan kepada tanaman melalui metode elektrolisis besi yaitu penguraian energi listrik menjadi energi kimia. Proses ini menghasilkan ion besi Fe^{2+} yang sudah siap diserap oleh tumbuhan.

F. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori yang sudah diuraikan diatas, maka peneliti mengajukan hipotesis sebagai berikut:

H₀ : Tidak ada pengaruh waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung (*Ipomoea reptans* poir).

H₁ : Adanya pengaruh yang signifikan pada pemberian waktu elektrolisis air menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung (*Ipomoea reptans* poir).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei 2018 dalam green house sukarama Bandar Lampung.

B. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :benih kangkung darat, pupuk NPK (DGW), besi, garam, agar-agar, air,. Alat yang digunakan yaitu adaptor (merk Montana), selang air, pipa paralon, bor, kabel, penggaris, pompa air, penggaris, kran air, PH meter, TDS meter, ember, rockwool, BWD, SPAD-502, klorofil meter dan timbangan digital.

C. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 perlakuan unit percobaanya adalah sebagai berikut:

E1: kontrol (tidak dialiri oleh unsur hara Fe)

E2: perlakuan dengan mengalirkan unsur hara Fe selama 40 menit

E3: perlakuan dengan mengalirkan unsur hara Fe selama 80 menit

E4: perlakuan dengan mengalirkan unsur hara Fe selama 120 menit

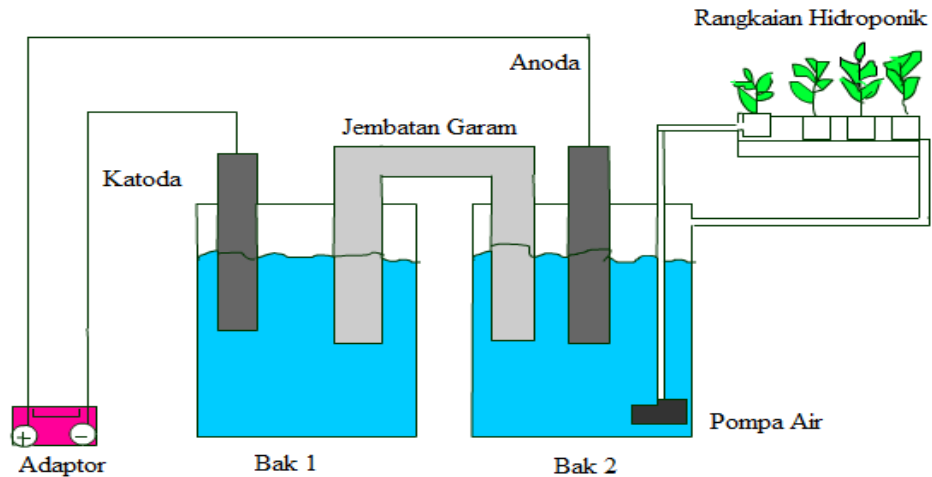
D. Prosedur penelitian

1. Menyiapkan media tanam

Peneliti terlebih dahulu harus merakit wadah tanaman dengan menggunakan metode hidroponik NFT. Merangkai instalasi hidroponik yang terdiri dari 4 paralon dengan diberi 10 lubang dan memiliki jarak yang sam di setiap antar lubang. Kemudian diberi saluran air menggunakan selang yang dihubungkan dengan pompa air didalam bak yang berisi nutrisi.

Rangkaian elektrolisis dalam penelitian ini menggunakan tegangan 6 volt dengan 3 varian waktu optimum tegangan listrik, perlakuan pertama yaitu menggunakan elektrolisis dengan waktu selama 40 menit, perlakuan kedua 80 menit perlakuan ketiga 120 menit dan tanpa perlakuan. Semakin lama waktu yang diterapkan dalam perlakuan maka elektrolit yang dihasilkan akan semakin banyak.¹ Masing –masing perlakuan menggunakan 2 ember yang dicelupkan 2 batang elektroda besi sebagai anoda pada kutub positif dan katoda sebagai kutub negatif. Kemudian diberi aliran listrik menggunakan sumber listrik DC menggunakan adaptor dan keduanya dihubungkan dengan jembatan garam. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1:

¹ Dewi Purwati, “Penggunaan Elektroda Besi (Fe), Tembaga (Cu) Dan Stainless Stell Pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Saus Sambal Untuk Menurunkan Parameter Bod Dan Tss ” *jurnal atomik* vol.3 no.1 2018, 29.



Gambar 3.1 rangkaian elektrolisis

2. Penanaman

a. penyemaian

Sebelum tanaman kangkung dipindah kewadah hidroponik , perlu dilakukan penyemaian di media tanam hidroponik (*rockwol*). Hal ini dilakukan agar tanaman kangkung tumbuh dengan rata dan mengurangi resiko kematian. benih ditabur pada permukaan rockwol yang sebelumnya sudah dilubangi oleh tusuk gigi dan sudah dibasahi. perawatan dan penyiraman dilakukan dengan menggunakan sprayer untuk menjaga kelembabanya.

b. Aplikasi perlakuan

Setelah benih kangkung tumbuh berumur 7- 10 hari, masing-masing rak penanaman hidroponik dimasukan tanaman kangkung hasil semaian yang siap tanam.

c. Pemberian nutrisi

Kebutuhan larutan nutrisi baik komposisi maupun konsentrasinya yang dibutuhkan tanaman akan sangat bervariasi tergantung pada jenis tanaman, fase pertumbuhan serta kondisi lingkungannya.² Nutrisi yang diberikan untuk tanaman menggunakan pupuk NPK. Pupuk NPK adalah pupuk buatan yang berbentuk cair atau padat yang mengandung unsur ara utama Nitrogen, Fosfor, dan Kalim. pupuk majemuk NPK merupakan salah satu pupuk anorganik yang dapat digunakan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro.³ Dalam penelitian ini pupuk NPK bentuk padat ditambahkan air untuk melarutkannya. Kemudian dicampurkan kedalam bak penampungan nutrisi yang telah disiapkan. Pemberian nutrisi pada setiap rangkaian berbeda-beda sesuai dengan perlakuan.

d. Perawatan

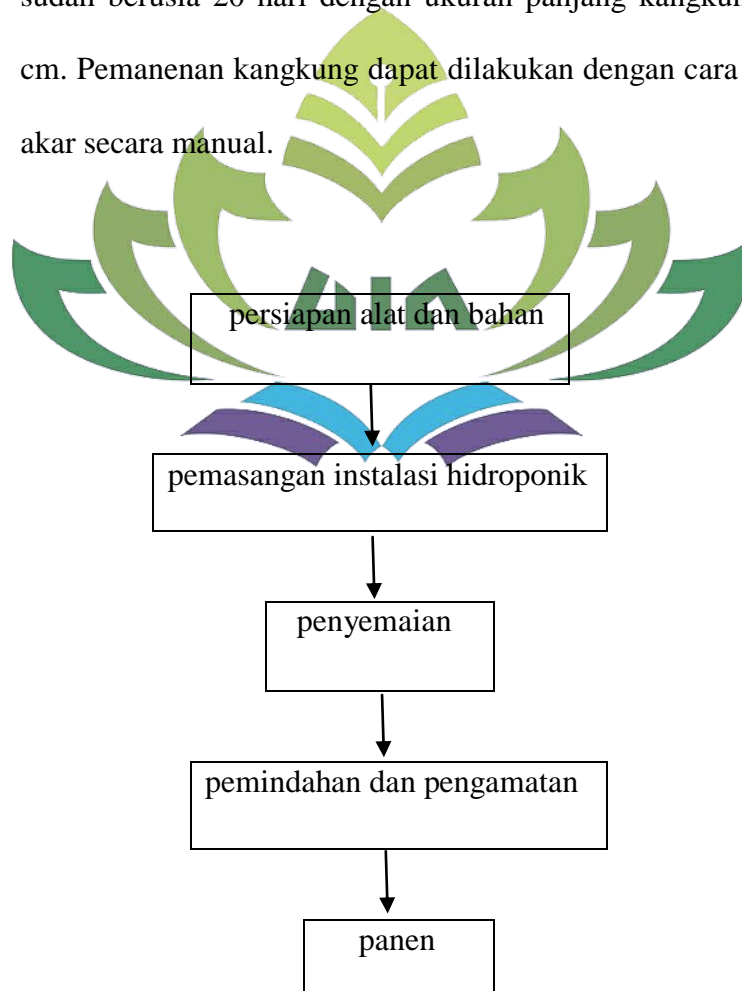
²Rini Rosliani, *Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik* (Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005).h.6

³ E Kaya, "Pengaruh Kompos Jerami Dan Pupuk Npk Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, Dan Hasil Padi Sawah, *Jurnal Agrologia* , Vol.2, No. 1 (2013): 44.

Didalam tahap perawatan yaitu memelihara tanaman agar dapat tumbuh dengan baik dan optimal. Cara yang dilakukan dengan cara pengecekan dan penambahan nutrisi yang teratur. Selain itu penyiangan penyulaman serta pengendalian hama dan penyakit.

e. Panen

Pemanenan kangkung dapat dilakukan ketika tanaman kangkung sudah berusia 20 hari dengan ukuran panjang kangkung rata-rata 35-40 cm. Pemanenan kangkung dapat dilakukan dengan cara mencabut sampai akar secara manual.



Gambar 3.2 Diagram prosedur penelitian

E. Teknik pengumpulan data

Dalam penelitian ini parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, lingkaran batang, berat basah tanaman, berat kering tanaman. Tahap ini dilakukan dari saat kangkung mulai ditanam pada media tanam setelah penyemaian. Data diambil setiap 2 hari sekali selama 20 hari.

1. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman kangkung dapat diukur mulai dari tanaman kangkung dipindahkan dari media tanam penyemaian ke dalam rangkaian hidroponik sampai masa anakan menggunakan alat ukur penggaris. Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur bagian pangkal batang tanaman pada permukaan media sampai pada titik ujung daun tertinggi.

2. Jumlah daun (helai)

Daun yang dihitung adalah daun yang sudah mengandung klorofil serta sudah dapat melakukan fotosintesis.

3. Lingkaran batang

Pengukuran ini dilakukan dengan cara melingkarkan benang ke batang bagian tengah kemudian benang tersebut diukur menggunakan penggaris.

4. Berat basah tanaman

Pengamatan ini dilakukan dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman dalam keadaan segar dan ditimbang secara langsung setelah panen.

5. Berat kering tanaman

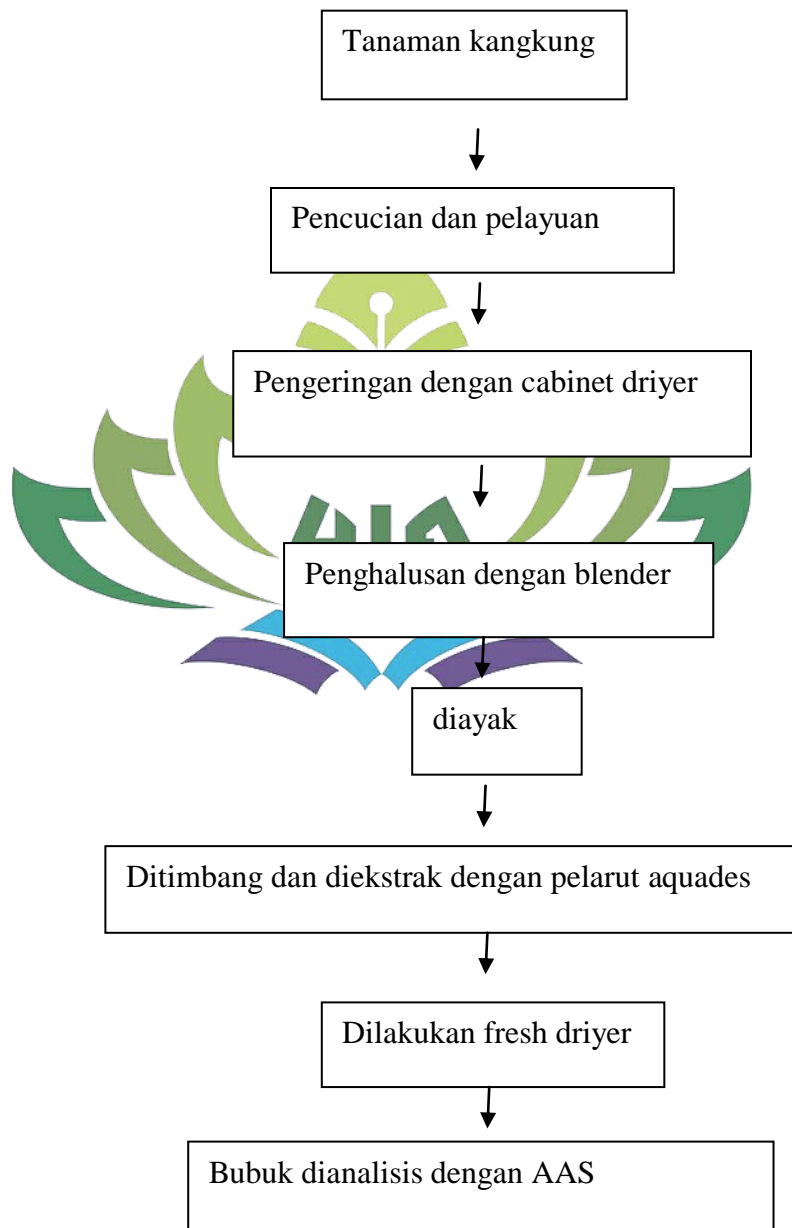
Pengamatan dilakukan dengan cara mengeringkan selama 1x24 jam dengan suhu 105⁰⁰⁰⁰ C dilakukan penimbangan pertanaman yang telah dikeringkan sampai memperoleh bobot konstan.

6. Analisis kadar besi

Pengamatan ini dilakukan dengan mengukur kadar besi (Fe) pada tanaman kangkung yang dianalisis dengan *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) ukuran kuantitas besi dalam ppm. Menggunakan alat ayakan, timbangan, oven, pengaduk, kasa, pelarut aquades, panci, pipe, gelas ukur, AAS⁴.

⁴ Dheny Rohmatika and Tresia Umarianti, "Uji Laboratorium Pengukuran Kandungan Zat Besi (Fe) Pada Ekstrak Bayam Hijau (*Amarathus Hybridus L*)" Vol.2, no. 2 (2017): 156.

Diagram 3.3 proses analisis kadar besi



Variabel pengamatan

Variabel bebas: terdiri dari 3 perlakuan pemberian waktu optimum elektrolisis yang berbeda(40 menit, 80 menit, 120 menit) dan perlakuan kontrol dengan masing-masing 10 tanaman sehingga jumlah seluruh tanaman sebanyak 40 tanaman.

Variabel terikat: pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung darat.

F. Teknik Analisis data

Untuk mengetahui apakah ada respon pertumbuhan tanaman kangkung darat maka analisis data yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK). untuk mengetahui pengaruh waktu optimum pada metode elektrolisis. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA satu jalur. Apabila hasilnya berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut dengan uji Scheffe.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum

Penelitian ini dilakukan di kota Bandar Lampung khususnya disukarame dengan keadaan suhu lokasi penelitian 25-30°C berdasarkan pengukuran peneliti menggunakan TDS meter. Keadaan tanaman selama di lapangan secara umum jika diperhatikan setiap hari tumbuh dan berkembang dengan baik. Saat masa persemaian pertumbuhan kangkung berkembang secara merata. Tanaman kangkung saat dipindahkan ke instalasi hidroponik berumur 7-10 hari. Setelah dipindahkan ke instalasi hidroponik, kondisi tanaman kangkung pada setiap perlakuan yang dilakukan semakin lama memiliki kemajuan yang berbeda hal ini bisa terjadi karena perbedaan perlakuan yang dilakukan pada tanaman kangkung. Dalam penelitian ini terdapat empat perlakuan yang diterapkan yaitu:

1. Tidak diberikan perlakuan elektrolisis (E_1)
2. Pemberian perlakuan elektrolisis selama 40 menit (E_2)
3. Pemberian perlakuan elektrolisis selama 80 menit (E_3)
4. Pemberian perlakuan elektrolisis selama 120 menit (E_4)

Menurut penelitian Fauziyah dalam meneliti kadar endapan magnesium menggunakan waktu 40 menit, 80 menit, dan 120 menit diketahui bahwa elektrolisis selama 120 menit merupakan hasil yang paling optimal dari perlakuan lainnya.¹ Pada

¹ Fauziyah rahkmawati, Suprpto "pengendapan magnesium hidroksida pada larutan garam industri", *jurnal sains dan seni pomits*, Vol.2, No.2, 2013

rangkaian instalasi hidroponik berisi 4 pipa paralon, setiap paralon terdapat 10 tanaman sehingga secara keseluruhan semua tanaman berjumlah 40. Pada paralon 2,3,dan 4 diberikan perlakuan elektrolisis menggunakan elektroda besi dalam penelitian ini anaoda adalah kutub negatif berada pada bak nutrisi 1 dan katoda adalah kutub positif yang berada pada bak nutrisi 2, anoda dan katoda akan diletakan ke masing-masing bak penampungan nutrisi yang akan dihubungkan oleh jembatan garam. Jembatan garam diberikan agar dapat menetralkan ion-ion hasil reaksi reduksi-oksidasi dalam sel elektrolisis sehingga reaksi akan berlangsung terus menerus². Pada penelitian ini pengukuran pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, lingkaran batang, berat kering tanaman serta kadar Fe dalam tanaman kangkung.

B. Tinggi Tanaman

Karakter tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan untuk mengukur pengaruh perlakuan yang diterapkan. Pengukuran tinggi tanaman kangkung dilakukan dua hari sekali pada pagi hari. Tinggi tanaman diukur menggunakan mistar mulai dari roset akar sampai ujung atas tanaman. Pada penelitian minggu pertama setelah pemindahan ke instalasi hidroponik tidak memiliki perbedaan yang nyata terhadap setiap kelompok, namun pada minggu kedua dan minggu terakhir tinggi tanaman menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi

² Fachrul Arizal, Muhamad Hasbi, Abdul “Pengaruh Kadar Garam Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Air Garam Sebagai Energi Alternatif Terbarukan,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 2, no. 2 (2017): 2.

tanaman yang diberikan perlakuan elektrolisis memiliki perbedaan tinggi yang signifikan dibandingkan dengan yang tidak diberikan perlakuan.

Tabel 4.1 Rata-Rata Tinggi Tanaman Kangkung

Ulangan	perlakuan	TT
1	1	16,32 cm
2	1	21,31 cm
3	1	24,68 cm
1	2	24,62 cm
2	2	31,99 cm
3	2	35,77 cm
1	3	28,56 cm
2	3	33,67 cm
3	3	37,09 cm
1	4	32,69 cm
2	4	35,48 cm
3	4	39,63 cm

Hasil uji ANOVA lampiran 3 dari data rata-rata tinggi tanaman kangkung diatas menunjukan nilai signifikansi yaitu 0,005. Hasil ini menunjukan bahwa nilai signifikansi $p < 0,05$ sehingga H^0 ditolak dan H^1 diterima H^1 menyatakan ada pengaruh waktu elektrolisis air yang menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Hal ini menunjukan bahwa dapat dilakukan uji lanjut *post hock* dengan menggunakan uji *Scheffe*. Hasil uji lanjutan post hok menggunakan uji *Scheffe* terhadap tinggi tanaman hidroponik kangkung dengan taraf kepercayaan 95% diperoleh data pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Subset Tinggi Tanaman

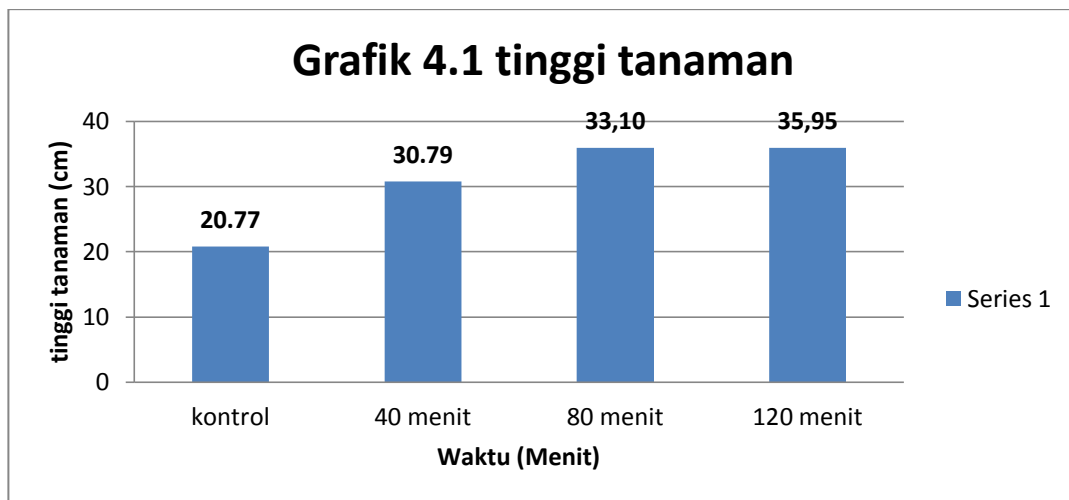
no	perlakuan	tinggi tanaman
1	kontrol	20,77 ^a ± 4,20 cm
2	40 menit	30,79 ^{ab} ± 5,67 cm
3	80 menit	33,10 ^{ab} ± 4,29 cm
4	120 menit	35,95 ^b ± 3,49 cm

Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki berbeda signifikan dengan perlakuan 40 menit, 80 menit dan 120 menit tetapi antara perlakuan 40, 80, dan 120 tidak berbeda nyata secara signifikan. Hasil pengukuran terhadap tinggi tanaman memiliki perbedaan tinggi antara 20,77-35,93. Pada perlakuan dengan menggunakan elektrolisis menghasilkan ion Fe yang dapat memicu pertumbuhan tanaman, sedangkan tanaman kangkung yang tidak di berikan perlakuan kurang mengandung hara Fe sehingga pertumbuhan tinggi tanaman berjalan lambat.

Agung prabowo dkk menjelaskan bahwa pada anoda yang terbuat dari logam besi akan mengalami reaksi oksidasi membentuk Fe(OH)_2 , pada permukaan elektroda yang positif ini Fe melepaskan elektronnya menjadi Fe^{2+} ³. dalam pertumbuhan tanaman Fe merupakan salah satu unsur hara yang sangat diperlukan dalam proses foto sintesis. Fe yang tercukupi sangat diperlukan oleh tanaman, bila

³ Agung Prabowo et al., "Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi" 1, no. 1 (2012): 355.

Fe dalam larutan hara tidak tercukupi maka proses pembentukan klorofil tidak akan berjalan dengan lancar sehingga pertumbuhan tanaman akan terganggu dan stagnan (berhenti)⁴.



Grafik diatas menunjukkan adanya perlakuan elektrolisis yang diterapkan memiliki pengaruh nyata pada tinggi tanaman, pada setiap perlakuan yang diberikan memiliki perbedaan tinggi tanaman yang berbeda. tanaman tertinggi pada perlakuan 120 menit sedangkan tanaman dengan tinggi terendah ada pada kontrol atau tidak diberikan perlakuan.

C. Jumlah Daun

Pada umumnya setiap tumbuhan memiliki daun, secara umum struktur daun berupa helaian berbentuk lonjong atau bulat dan kebanyakan berwarna hijau. Daun memiliki fungsi menyerap zat-zat makanan dan gas serta mengolah makanan

⁴ Prita Fatma Adelia, "Pengaruh Penambahan Unsur Hara Mikro Fe Dan Cu Dalam Media Paitan Cair Dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung " *Jurnal produksi tanaman* ,vol.1, no. 3 (2013): 53.

melalui fotosintesis dan yang tak kalah penting sebagai alat taranspirasi dan respirasi.

Tabel 4.3 Rata-Rata Jumlah Daun

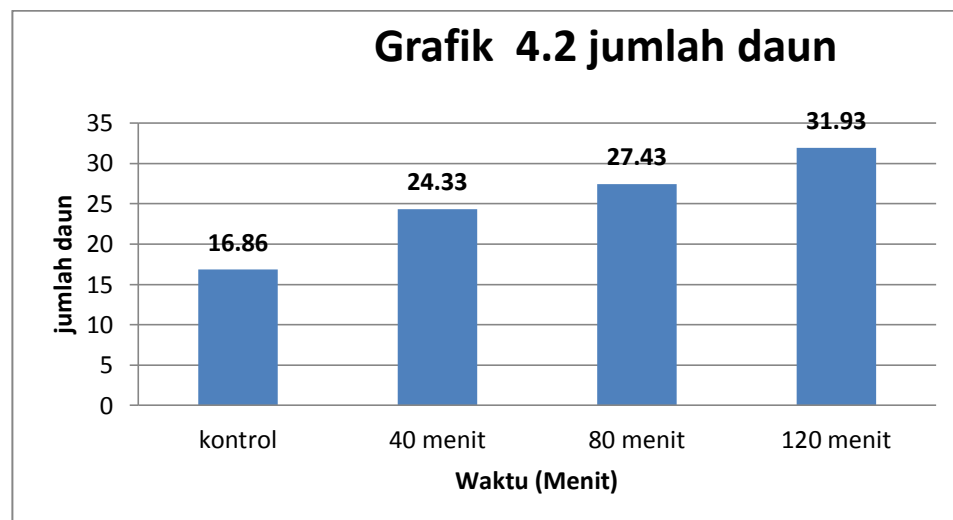
Ulangan	perlakuan	Jumlah Daun
1	1	15,1
2	1	16
3	1	19,5
1	2	20,2
2	2	24,4
3	2	28,4
1	3	23,7
2	3	28
3	3	30,6
1	4	29,7
2	4	31,7
3	4	34,4

Hasil uji ANOVA lampiran 3 dari rata-rata jumlah daun diatas jumlah daun memiliki nilai signifikansi yaitu 0,002. Hasil *One way anova* menunjukkan bahwa nilai signifikan $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_1 menyatakan adanya pengaruh waktu elektrolisis air yang menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Hal ini menunjukkan bahwa dapat dilakukan uji lanjut *Post Hoc* dengan menggunakan uji *scheffe*. Hasil uji lanjutan *Post Hoc* menggunakan uji *scheffe* terhadap jumlah daun tanaman hidroponik kangkung dengan taraf kepercayaan 95% diperoleh data pada tabel dibawah ini.

Tabel Subset 4.4 Jumlah Daun

no	perlakuan	jumlah daun
1	kontrol	16,86 ^a ± 2,32
2	40 menit	23,66 ^b ± 3,23
3	80 menit	29,43 ^{bc} ± 1,06
4	120 menit	31,93 ^c ± 2,35

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki berbeda signifikan dengan perlakuan 40 menit, 80 menit dan 120 menit tetapi antara perlakuan 40, dan 80 menit, tidak berbeda nyata secara signifikan, sedangkan 40 menit dan 80 menit memiliki beda signifikan dengan perlakuan 120 menit. Jumlah daun yang dihasilkan dari uji diatas memiliki kisaran rata-rata antara 16,86 – 31,93 penambahan unsur hara Fe memberikan pengaruh terhadap penambahan jumlah daun tanaman kangkung. Hal ini dapat dilihat pada grafik dibawah.



Grafik diatas menunjukan adanya kenaikan jumlah daun dari setiap perlakuan yang diberikan terlihat bahwa pemberian elektrolisis logam besi memberikan nilai jumlah daun yang lebih baik. Berdasarkan rerata grafik diatas jumlah daun terendah ada pada kontrol yaitu 16,86, pada perlakuan 60 menit sebanyak 24,33, 80 menit sebanyak 27,43 sedangkan jumlah terbanyak pada perlakuan 120 menit yaitu sebanyak 31,93.

Menurut penelitian Laila Zuhaida semakin tinggi konsentrasi ion Fe^{2+} yang diberikan cenderung meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun semakin banyak jumlah daun pada suatu tanaman maka daun juga semakin luas⁵. Dari jumlah daun yang semakin banyak dan semakin luas pada suatu tanaman maka energi matahari yang dapat ditangkap untuk proses fotosintesis juga akan lebih banyak.

D. Lingkar Batang

Batang menjadi bagian yang juga penting didalam tumbuhan, batang bisa dikatakan sebagai sumbu dari suatu tumbuhan batang juga termasuk organ kedua dari suatu tumbuhan setelah akar. fungsi utama dari batang sebagai alat transportasi air dan zat hara pada tanaman. Pada penelitian ini pengamatan dilakukan setiap hari, pengukuran lingkar batang dilakukan menggunakan benang dan mistar dengan cara melingkarkan benang pada batang kangkung kemudian panjang benang diukur menggunakan mistar.

⁵ Laila Zuhaida, Erlina Ambarwati, and Endang Sulistyaningsih, "Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa* L.) Hidroponik Diperkaya Fe," *Jurnal Online Universitas Gadjah Mada*, vol. 1, no. 4 (2012): 4.

Tabel 4.5 Rata-Rata Lingkar Batang

Ulangan	perlakuan	Lingkar Batang
1	1	1,85 cm
2	1	1,99 cm
3	1	2 cm
1	2	2,83 cm
2	2	3,02 cm
3	2	3,05 cm
1	3	3,01 cm
2	3	3,14 cm
3	3	3,24 cm
1	4	3,43 cm
2	4	3,5 cm
3	4	3,68 cm

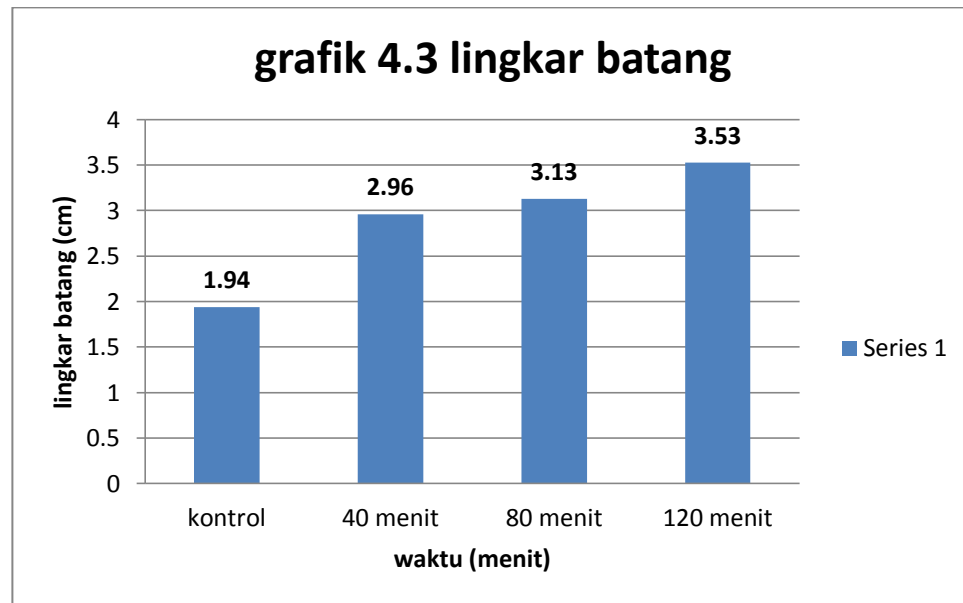
Hasil uji ANOVA lampiran 3 dari data rata-rata lingkar batang diatas lingkar batang tanaman kangkung memiliki nilai signifikansi yaitu 0,000. Hasil *One way anova* menunjukkan bahwa nilai signifikan $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_1 menyatakan adanya pengaruh waktu elektrolisis air yang menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Hal ini menunjukkan bahwa dapat dilakukan uji lanjut *Post Hoc* dengan menggunakan uji *scheffe*. Hasil uji lanjutan *Post Hoc* menggunakan uji *scheffe* terhadap lingkar batang tanaman hidroponik kangkung dengan taraf kepercayaan 95% diperoleh data pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.6 Subset Lingkar Batang

no	perlakuan	lingkar batang
1	kontrol	1,94 ^a ± 0,083 cm
2	40 menit	2,96 ^b ± 0,11 cm
3	80 menit	3,13 ^b ± 0,11 cm
4	120 menit	3,53 ^c ± 0,12 cm

Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki berbeda signifikan dengan perlakuan 40 menit, 80 menit dan 120 menit tetapi antara perlakuan 40, dan 80 menit, tidak berbeda nyata secara signifikan, sedangkan 40 menit dan 80 menit memiliki beda signifikan dengan perlakuan 120 menit. Lingkar batang yang dihasilkan dari uji diatas memiliki kisaran rata-rata antara 1,94 - 3,53 penambahan unsur hara Fe memberikan pengaruh terhadap penambahan lingkar batang tanaman kangkung. Hal ini ditunjukkan dengan penelitian Amalia T Sakya, penambahan Fe sampai dengan 6 ppm mampu meningkatkan tinggi tanaman, lingkar batang, panjang tangkai hal ini karena Fe memiliki peran dalam pembentukan molekul klorofil⁶.

⁶ Amalia T Sakya dan Muji Rahayu, "Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Besi (Fe) Terhadap Kualitas Anthurium," *jurnal agro sains*. 2010, 2.



Dari grafik diatas diketahui bahwa adanya pengaruh diameter batang pada tanaman kangkung saat diberikan perlakuan. Diameter batang terbesar ada pada tanaman yang diberikan perlakuan selama 120 menit. Antara kontrol dan perlakuan 120 menit memiliki perbedaan yang nyata hal ini karna unsur hara yang di berikan pada masa pertumbuhan tanaman kangkung tercukupi dari pemberian pupuk dan elektrolisis logam besi yang diberikan dalam menunjang pertumbuhan tanaman khususnya dalam diameter batang.

E. Berat Kering Tanaman

Setelah mengetahui berat segar tanaman hasil berat kering tanaman kangkung diperoleh dari menimbang tanaman kangkung dalam keadaan kering setelah melalui proses pengovenan selama 60 menit dalam suhu 100°C dilanjutkan dengan proses penjemuran dibawah sinar matahari langsung selama 1 minggu. Selanjutnya tanaman

kangkung ditimbang menggunakan timbangan digital dengan menggunakan takaran gram.

Tabel 4.7 Rata-Rata Berat Kering Tanaman

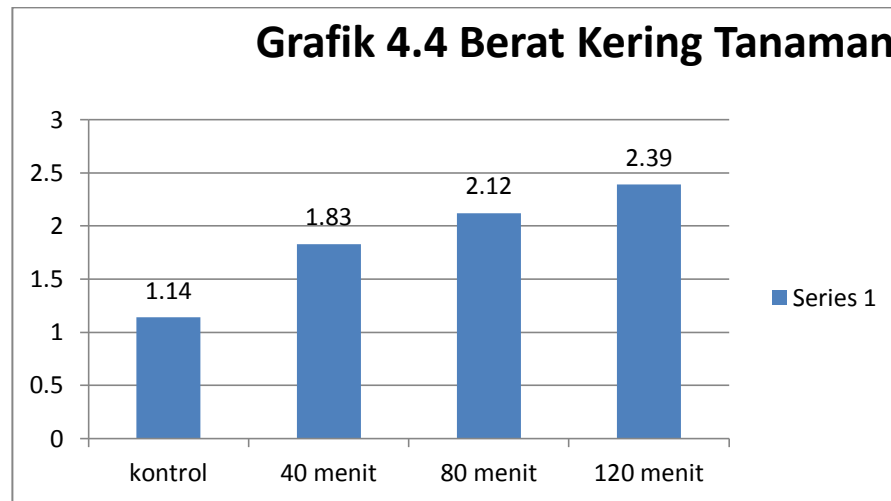
Ulangan	perlakuan	BK
1	1	0,87 g
2	1	1,06 g
3	1	1,5 g
1	2	1,7 g
2	2	1,78 g
3	2	2,03 g
1	3	2,03 g
2	3	2,03 g
3	3	2,3 g
1	4	2,3 g
2	4	2,32 g
3	4	2,55 g

Hasil uji ANOVA lampiran 3 dari data rata-rata berat kering diatas berat kering tanaman kangkung memiliki nilai signifikansi yaitu 0,000. Hasil *One way anova* menunjukkan bahwa nilai signifikan $p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_1 menyatakan adanya pengaruh waktu elektrolisis air yang menggunakan elektroda besi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman hidroponik kangkung. Hal ini menunjukkan bahwa dapat dilakukan uji lanjut *Post Hoc* dengan menggunakan uji *scheffe*. Hasil uji lanjutan *Post Hoc* menggunakan uji *scheffe* terhadap berat kering tanaman hidroponik kangkung dengan taraf kepercayaan 95% diperoleh data pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.8 Berat Kering Tanaman

no	perlakuan	berat kering tanaman
1	kontrol	$1,14^a \pm 0,32 \text{ g}$
2	40 menit	$1,83^b \pm 0,17 \text{ g}$
3	80 menit	$2,12^{bc} \pm 0,15 \text{ g}$
4	120 menit	$2,39^c \pm 0,13 \text{ g}$

Berdasarkan tabel 4.8 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol memiliki berbeda signifikan dengan perlakuan 40 menit, 80 menit dan 120 menit tetapi antara perlakuan 40, dan 80 menit, tidak berbeda nyata secara signifikan, sedangkan 40 menit dan 80 menit memiliki beda signifikan dengan perlakuan 120 menit. Kontrol berada dikolom a, 40 menit berada dikolom b, 80 menit berada dikolom b dan c karna tidak begitu memiliki beda yang signifikan dengan 40 menit dan 120 menit sedangkan 120 menit berada dikolom c. berat kering yang dihasilkan dari uji diatas memiliki kisaran rata-rata antara 1,14-2,93 penambahan unsur hara Fe memberikan pengaruh nyata terhadap penambahan berat kering tanaman kangkung.



Dari grafik diatas didapatkan setelah tanaman kangkung yang sudah dihilangkan kadar airnya dengan cara dikeringkan dan dioven lalu kemudian ditimbang, masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang tidak begitu nyata, namun antara kontrol yang hanya memiliki nilai rerata 1,14 dan perlakuan elektrolisis 120 menit memiliki nilai rerata sebanyak 2,39 memiliki perbedaan yang cukup nyata hal ini dapat dikatakan bahwa penggunaan metode elektrolisis logam besi dapat meningkatkan produksi tanaman kangkung.

F. Analisis Kadar Zat Besi(Fe)

Fe merupakan unsur esensial bagi tumbuhan yang harus ada sebab hara mikro ini dibutuhkan dalam proses sintesis DNA, respirasi, fotosintesis, perawat dan pengarah struktur kloroplas untuk mengaktifkan enzim serta membentuk klorofil, enzim yzng diaktifkan yaitu Sitokrom, Feredoksin, Katalase, Peroksidase, dan prinodik hidrogenase. Pada tanaman Fe hanya ditemukan sebanyak 0,01% dari berat kering jaringan tumbuhan sedangkan unsur hara makro sebanyak $\geq 0,1\%$ dari jumlah

jaringan tumbuhan. Pada penelitian Gebhardus Dejugian menunjukan bahwa adanya besi berkaitan dengan kelarutan besi, yang mana semakin banyak kelarutan besi maka semakin tersedia dan mudah diserap oleh tanaman⁷.

Zat besi pada tanaman kangkung di ukur menggunakan metode AAS, metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom, atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan memperoleh garis resonansi yang tepat.

Dari hasil pengukuran larutan serapan sampel tanaman kangkung untuk analisis zat besi (Fe) dengan *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) dan hasil analisis data diperoleh konsentrasi zat besi (Fe) pada tanaman kangkung dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.9 Tabel Hasil kadar Besi

No	Identitas Sampel	Unit	Metode	Hasil
1	E1	mg/100gr	AAS	0,772 mg
2	E2	mg/100gr	AAS	0,949 mg
3	E3	mg/100gr	AAS	0,965 mg
4	E4	mg/100gr	AAS	1,205 mg

⁷ Gebhardus Djugian Gelyaman” Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Bioavabilitas Besi Bagi Tumbuhan”*jurnal saintek lahan kering*.vol.1,no.1,(2018),19

Dari 100 gram sampel hasil kadar besi yang diperoleh yaitu kontrol memiliki kadar, 0,772 mg, perlakuan 40 menit 0,9490 mg, perlakuan 80 menit 0,965 mg dan 120 menit 1,205 mg. Perbedaan hasil yang diperoleh ini dikarenakan pemberian perlakuan yang berbeda di setiap kelompok tanaman, sehingga hasil yang diperoleh pun berbeda pula. kontrol memiliki kadar besi paling rendah dibandingkan dengan perlakuan 40 menit, perlakuan 80 menit dan 120 menit, hal ini karena setiap perlakuan diberikan elektroda besi yang di elektrolisis. Semakin lama proses elektrolisis maka semakin banyak pula ion besi yang dihasilkan. Menurut literatur yang ada menyebutkan bahwa kadar zat besi (Fe) pada tanaman kangkung yakni 2- 3mg dalam 100 gram sampel tanaman kangkung.⁸ Hal ini bisa terjadi karena beberapa faktor yakni sampel yang digunakan bukan daunnya saja melainkan seluruh tanaman kangkung sedangkan Fe terbanyak terdapat pada daun, selain itu faktor lain yakni cara penanganan sampel yang kurang sempurna meliputi suhu penyimpanan yang tidak tepat atau penyimpanan yang terlalu lama, hal-hal tersebut dapat menurunkan gizi pada sampel.

Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Biologi tidak hanya mempelajari makhluk hidup tetapi lingkungan. Dimana, manusia bisa memanfaatkan lingkungan dengan ramah tanpa menimbulkan kerusakan alam. Manusia dan alam sekitar merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan

⁸ Kanisius, *Bertanam Kangkung* (yogyakarta: kanisius, 1994). h13

satu sama lain, manusia memiliki tanggung jawab penting tentang bagaimana merawat dan mengolah alam sekitar⁹.

Proses pembelajaran biologi menerapkan sistem pembelajaran langsung untuk mengembangkan kompetensi anak dengan kemampuan berfikir yang kreatif guna menyelesaikan masalah penanganan lahan sempit. Salah satunya dengan memanfaatkan lahan dilingkungan sekolah atau lingkungan rumah.

Pemanfaatan lahan sekolah dengan cara menggunakan metode hidroponik untuk menanam tanaman mengajarkan kepada peserta didik tentang perkembangan teknologi dalam bidang pertanian dan menarik minat peserta didik untuk ikut aktif mengamati pertumbuhan tanaman tersebut.

Penanaman menggunakan metode elektrolisis dapat diterapkan sebagai rancangan praktikum mengamati faktor luar yang akan mempengaruhi proses pertumbuhan. Dalam praktikum ini peserta didik akan diarahkan menggunakan perlakuan (kontrol, 40 menit, 80 menit, 120 menit) peserta didik dibagi menjadi empat kelompok masing-masing kelompok diberikan 10 benih yang nantinya akan mereka amati.

⁹ Chairul Anwar, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan*, 1st ed. (Yogyakarta: UIN Sunan Kali Jaga, 2014) 37.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan data penelitian menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan elektroda besi (Fe) yang di elektrolisis memiliki pengaruh dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans poir*) pada sistem penanaman hidroponik *NFT*. E4 (perlakuan selama 120 menit) memiliki hasil tertinggi disetiap parameter pengamatan (tinggi tanaman, lingkaran batang, jumlah daun, berat kering dan basah dan jumlah Fe). Elektrolisis dengan menggunakan pemberian waktu selama 120 menit memiliki tinggi (35,93 cm), jumlah daun(31,93), lingkaran batang(3,53 cm), berat kering tanaman(2,23 gr) dan kadar besi sebanyak(1,205 mg). semakin lama proses elektrolisis maka semakin banyak pula ion besi yang dihasilkan serta semakin banyak pula ion besi yang dapat diserap oleh tanaman.

B. Saran

1. Perlu penelitian yg lebih intensif mengenai waktu elektrolisis untuk mengetahui faktor paling dominan yang menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih maksimal dengan tehnik penanaman *NFT*.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan terutama mengenai kadar Fe dalam tanaman kangkung darat.
3. Bagaimana cara menghasilkan kangkung yang terbaik seperti pada perlakuan 120 menit tanpa menggunakan Fe^{2+} terlalu banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Prabowo et al, “Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi” *jurnal teknologi kimia dan industri*, vol.1, no. 1 (2012): 355.
- Amalia T Sakya dan Muji Rahayu, “Pengaruh Pemberian Unsur Mikro Besi (Fe) Terhadap Kualitas Anthurium,” *jurnal agro sains*. vol.12,no.1,(2010), 2.
- Anas, D. Susila, *Modul Sistem Hidroponik*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2013).
- Anis Wahyuningsih, Sisca Fajriani, Komposisi Nutrisi Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L .) Sistem Hidroponik The Nutrition And Growth Media Composition On The Growth And Yield Of Pakcoy (Brassica Rapa L .) Using Hydroponics System, *Jurnal Produksi Tanaman* Vol.4, no. 8, (2016).
- Benyamin Lakitan, *Dasar Dasar Fisiologi Tumbuhan*, (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada. 2007).
- Chairul Anwar, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan*, 1st ed. (yogyakarta: UIN Sunan Kali Jaga, 2014)37.
- Chang, Raymond, *Chemistry 10th Editi*, (Thomas D. TIMP, 2010).
- Cynthia, Natalia et al, Perancangan Interior Fasilitas Edukasi Hidroponik Di Surabaya, Vol. 5, no. 2,(2017).
- Dewi, Purwati, “Penggunaan Elektroda Besi (Fe), Tembaga (Cu) Dan Stainless Stell Pada Proses Elektrokoagulasi Limbah Saus Sambal Untuk Menurunkan Parameter Bod Dan Tss ” *jurnal atomik* vol.3 no.1, (2018), 29.
- Dheny Rohmatika and Tresia Umarianti, “Uji Laboratorium Pengukuran Kandungan Zat Besi (Fe) Pada Ekstrak Bayam Hijau (Amarathus Hybridus L)” Vol.2, no. 2 (2017): 156.
- E Kaya, “Pengaruh Kompos Jerami Dan Pupuk Npk Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, Dan Hasil Padi Sawah, *Jurnal Agrologia* , Vol.2, No. 1 (2013)

Fachrul, Arizal,Muhamad Hasbi,Abdul “Pengaruh Kadar Garam Terhadap Daya Yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Air Garam Sebagai Energi Alternatif Terbarukan,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol.2, no. 2 (2017): 2.

Fauziyah rahkmawati,Suprpto” pengendapan magnesium hidroksida pada larutan garam industri”, *jurnal sains dan seni pomits*, Vol.2, No.2, (2013)

Frank, B Salisbury, *Fisiologi Tumbuhan*,(Bandung: ITB, 1995).

Gebhardus, Djugian Gelyaman” Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Bioavabilitas Besi Bagi Tumbuhan”*jurnal saintek lahan kering*.vol.1,no.1,(2018),19

Heru Prihmantoro, *Hidroponik Tanaman Buah Untuk Hobi Dan Bisnis*, (Jakarta: Penwbar Swadaya, 1995).

Hidayati Mas’ud, Sistem Hidroponik Dengan Nutrisi Dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada, *Media Litbang Sulteng* ,Vol 2, no. 2, 2009.

Ida Syamsu, Roidah, Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik, *Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO*, Vol. 1, no. 2, 2014.

Isana, SYL, Perilaku Sel Elektrolisis Air Dengan Elektroda Stainless Steel, *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 2010, www.kimia.uny.ac.id.

Kanisius, *Bertanam Kangkung* ,(Yogyakarta: Kanisius, 1994).

Laila Zuhaida, Erlina Ambarwati, and Endang Sulistyaningsih, Pertumbuhan Dan Hasil Selada (Lactuca Sativa L.) Hidroponik Diperkaya Fe, *Jurnal Online Universitas Gadjah Mada*, Vol 1, no. 4, (2012).

Neni Suhaeni, *Petunjuk Paktis Bercocok Tanaman Sayuran Daun*, (Bina Muda Cipta Kreasi, 2008).

Otto Sbastian, “Analisa Efisiensi Elektrolisis Air Dari Hydrofil Pada Sel Bahan Bakar”*,jurnal dinamis*,vol. II, no. 12 (2013).

Pinus Lingga, *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*, (Jakarta: Penwbar Swadaya, 1999).

Prita Fatma Adelia, "Pengaruh Penambahan Unsur Hara Mikro Fe Dan Cu Dalam Media Paitan Cair Dan Kotoran Sapi Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L.*) Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung " *Jurnal produksi tanamn* ,vol.1, no. 3 (2013): 53.

Purwadaksi Rahmat, *Bertanam Hidroponik Gak Pake Masalah*, (Jakarta: PT Agro Media Pustaka,2015).

Rini Rosliani, *Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik*, (Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005).

Rukmana R, *Bertanam Kangkung*, (Yogyakarta: Kanisius, 1994).

Sapto Wibowo and Arum Asriyanti, Aplikasi Hidroponik NFT Pada Budidaya Pakcoy *Brassica Rapa Chinensis*, *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* Vol 13, no. 3 2013.

S Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, (Jakarta: UI Press, 2010).

Tim Redaksi Agro Media Pustaka, *Menanam Sayuran Dipekarangan Rumah*, (Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2004).

Yos Sutiyoso, *Meramu Pupuk Hidroponik*, (Jakarta: Penwbar Swadaya, 2003).

